



# **Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen ruoan tuotantoketjuissa – kirjallisuustutkimus**

Abdirahman Mohamud Yusuf

Maisterintutkielma

AGERE-maisteriohjelma

Maatalousekonomia

Taloustieteen osasto

Helsingin yliopisto

Toukokuu 2021

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Taloustieteen laitos	
Tekijä – Författare – Author Abdirahman Mohamud Yusuf			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen ruoan tuotantoketjuissa – kirjallisuustutkimus			
Oppiaine/Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Agere-maisteriohjelma, maatalousekonomia			
Työn laji – Arbetets art – Level Maisterintutkielma		Aika – Datum – Month and year Huhtikuu 2021	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 45-22(liitteet)
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Tässä maisteritutkielmassa kartoitetaan lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuutta Suomen ruoantuotantoketjuissa. Lohkoketjuteknologia on vertaisverkkoperiaatteella (Peer to Peer) toimiva tietokanta, joka hajauttaa verkkotoimintaa tehokkaaksi toimintaympäristöksi ilman keskitettyä instituutiota. Lohkoketjuteknologian innovaatio kätkeytyy lohkoketjun muuttumattomuuteen, jonka kryptografinen suojausjärjestelmä takaa, että kerran laitettua tietoa ei voida muuttaa.</p> <p>Kiinnostus teknologiaan on kasvanut maailmalla finanssilaitosten otettua sen käyttöön. Tämän seurauksena maataloudessa ja ruoan tuotannossa siihen liittyvät tutkimukset ovat lisääntyneet. Lohkoketjuteknologian avulla ruoan seurantatiedot kirjoitetaan lohkoketjuun, jolloin tietojen luotettavuus on taattu ja ruoan turvallisuus varmistettu. Samalla lohkoketjuteknologian hajautettu järjestelmä yhdistää reaaliaikaisesti ruoan toimitusketjun kaikki osapuolet luotettavasti, turvallisesti, avoimesti ja läpinäkyvästi tuottamaan arvoa koko tuotantoketjun tasolla.</p> <p>Tutkielman tavoitteena on antaa ilmiöstä kokonaiskuva, kuten mitä lohkoketjuteknologia on, miten sitä voidaan soveltaa ruoantuotantoketjussa ja kenelle se voisi tuottaa arvoa. Ilmiö on uusi suomalaisessa ruoantuotantoketjussa ja tämän takia tutkielma toteutetaan poikkitieteellisesti kirjallisuuskatsauksena ja sinisen meren strategian avulla. Yhdistämällä eri näkökulmia on mahdollista kartoittaa laaja-alaisesti ja kokonaisvaltaisesti ilmiötä sekä teorian toimivuutta.</p> <p>Tutkielman aineisto on kerätty kartoittavan kirjallisuuskatsauksen avulla. Kerätty tutkimusaineisto on koottu Helsingin yliopiston Helka-tietokannasta ja osittain Google Scholarin avulla. Tutkielman aineisto koostu 20 tieteellisestä artikkelista, jotka linkittyvät lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen maataloudessa tai ruon tuotantoketjussa</p> <p>Tutkimustulosten perusteella lohkoketjuteknologian käyttöönotto on alkuvaiheessa teknologisten esteiden takia. Vaikka Suomessa on kehitetty maailman parhaita seurantajärjestelmiä varmistamaan ruoan turvallisuutta, toimitusketju ei ole avoin, läpinäkyvä ja tasapuolinen kaikkien osapuolten kesken.</p> <p>Lohkoketjuteknologialla on suuri potentiaali muuttaa nykyistä tuotantoketjua, jos Suomessa hyödynnetään suotuisia strategioita ja politiikkaa sen käyttöönotossa. Teknologia hyödyntäminen tarvitsee strategioita, jotka ohjaavat sen kehitystä maataloudessa. Lisäksi sen hyödyntämisessä tarvitaan suotuisaa poliittista ilmapiiriä.</p> <p>Tutkielman aikana nousi esiin useita jatkotutkimusideoita lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuuksista. Voitaisiin esimerkiksi tutkia, miten lohkoketjuteknologiaa voisi hyödyntää rehukaupan hintasopimuksissa.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Lohkoketjuteknologia, ruoan tuotantoketju, digitaalinen maatalous,			
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Timo Sipiläinen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopisto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Agriculture and Forest		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Department of Economics and Management	
Tekijä – Författare – Author Abdirahman Mohamud Yusuf			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Utilization of blockchain technology in food production chains			
Oppiaine/Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Master's Programme in Agricultural, Environmental and Resource Economics			
Työn laji – Arbetets art – Level Master's thesis		Aika – Datum – Month and year April 2021	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 45+22(Appendices)
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>This master's thesis explores the possibility of utilizing blockchain technology in Finnish food production chains. The blockchain technology is a distributed database that decentralizes network operations into an efficient operating environment, without a centralized institution. The innovation in blockchain technology lies in the consensus protocols of the blockchain, whose cryptographic security system ensures that once placed, information cannot be forged from there. In that reason interest in blockchain technology has grown in the world since the introduction of financial institutions and as a result, research in agriculture and food production has grown around the phenomenon. With blockchain technology, the food trace tracking data is written to the blockchain, whereby the security of the data is guaranteed and the safety of the food is ensured. At the same time, the blockchain technology decentralized system connects real-time food supply chain to all parties in real time, reliably, securely, openly, transparently to create value at the entire supply chain level.</p> <p>The aim of this study is to give an overall picture of the phenomenon, such as what blockchain technology is, how it can be applied in the food production chain and to whom it could provide value. The phenomenon is new in the Finnish food supply chains and because of this the study is carried out interdisciplinary in the treatise as a literature review and with the help of the strategy of the Blue Sea strategy. It is possible to survey the phenomenon and the functionality of the theory widely and comprehensively by connecting different research methods. By combining different research methods, it is possible to map the phenomenon and the functionality of the theory extensively and comprehensively.</p> <p>In the scoping mapping, the research materials have been collected with the help of a mapping literature review. The collected research material has been compiled from the Helka database of the University of Helsinki and partly with the help of Google scholar. The material of the dissertation consists of 20 scientific articles related to the utilization of blockchain technology in agriculture or in the food production chain.</p> <p>Based on the research results, blockchain technology is in its infancy due to technological barriers. Even though in Finland has developed the world's best monitoring systems to ensure food safety, at the same time, however, the supply chain is not open, transparent and fair between the parties.</p> <p>For this reason, blockchain technology has a huge potential to revolutionize the current production chain if exploited by favorable strategies and policies in its deployment. Technology needs strategies to guide development in agriculture and its exploitation requires favorable political climate to support it. Further research would be needed for example on how the use of blockchain technology in feed futures trading, such as how a transparent, real-time and open ecosystem of blockchain technology affects feed price fixing.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Blockchain technology, food production chain, digital agriculture			
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Timo Sipiläinen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited University of Helsinki			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

# Sisältö

1	Johdanto.....	1
1.1	Tutkimuksen tausta .....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet.....	4
1.3	Tutkimuksen rakenne ja rajaukset.....	5
2	Teoreettinen viitekehys.....	6
2.2	Lohkoketjuteknologia .....	8
2.3	Lohkoteknologian rajapinta .....	9
2.4	Keskitetty ja hajautettu verkko .....	10
2.5	Julkinen ja luvanvarainen lohkoketju .....	11
2.6	Konsensusprotokolla.....	12
2.7	Älykkäät sopimukset (Smart contracts) .....	13
2.8	Lohkoketjuteknologian soveltaminen ruoan tuotantoketjuun.....	14
3	Tutkimusmenetelmät ja-aineisto.....	17
3.1	Kartoittavan tutkimuksen kulku.....	18
3.2	Tutkimusten määrittelemineen .....	19
3.3	Tutkimusaineiston sisällön analysointi .....	20
3.4	Tutkimusaineiston kuvaus ja analysointi .....	21
4	Tutkimustulokset .....	23
4.1	Tutkimusten teemat.....	23
4.2	Lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuudet .....	24
4.2.1	Hajautus .....	24
4.2.2	Jäljitettävyys.....	25
4.2.3	Teknologia .....	27
4.2.4	Läpimenoaika.....	28

4.2.5	Avoimuus .....	28
4.2.6	Kustannustehokkuus .....	29
4.2.7	Luottamus.....	29
4.2.8	Arvon tuottaminen .....	29
4.2.9	Turvallisuus.....	30
4.3	Lohkoketjuteknologian hyödyntämisen haasteita .....	30
4.3.1	Teknologia .....	30
4.3.2	Säätely ja lainsäädäntö .....	31
4.3.3	Yhteiskunta .....	32
4.3.4	Tietosuoja.....	32
4.3.5	Osaamisen puute alalla.....	32
4.3.6	Työttömyyden lisääntyminen.....	32
4.3.7	Hinnankorotus .....	32
4.3.8	Maine .....	33
5	Lohkoketjut sinisen meren strategian lähtökohtana .....	33
5.1	Sinisen meren strategia .....	33
5.2	Arvoinnovaatio.....	34
5.3	Strategiaprofiilin neljä kysymystä .....	35
5.4	Lohkoketjuteknologia sinisen meren strategiana .....	36
6	Tulosten tarkastelu.....	40
6.1	Tutkimuksen luotettavuus .....	42
7	Johtopäätökset.....	42
7.1	Jatkotutkimustarpeet .....	43
	Kiitokset.....	44
	Lähteet.....	45
	Liitteet .....	52

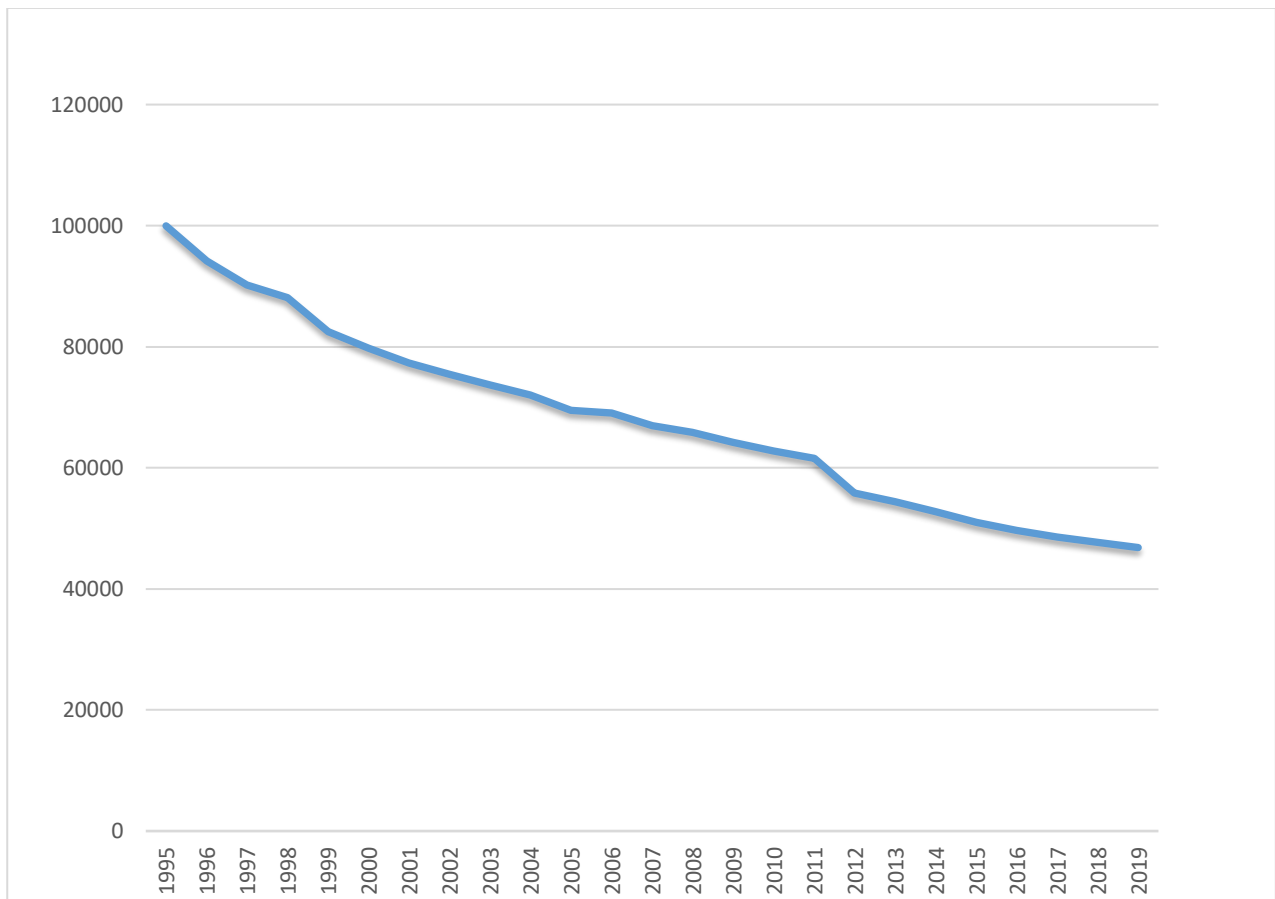
# Käsitteet ja lyhenteet

POS	Proof of Stake, panoksiin perustuva varmennus
Smart Contracts	Älykkäät sopimukset
GDPR	General Protection Regulation
Epäsymmetrinen informaatio	Epätasaisesti jakautunut informaatio
Bitcoin	Ensimmäinen kryptovaluutta
Peer to Peer	Hajautettu tietokanta
Hash	Lohkonketjun yksilöllinen tunniste
Consensus Protocols	Konsensusprotokola
Kryptografinen menetelmä	Matemaattinen salausjärjestelmä
Lohkoketju	julkinen kirjanpito
Louhinta	Lohkoketjujen tapahtumien varmistus
POW	Proof of Work, laskentatehoon perustuva varmennus
Solmu	Vertaisverkkoon osallistuva tietokone tai palvelin

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Maatalouden tuotanto elää murrosta Suomessa, kun tilarakenne on polarisoitunut ja tilakoot kasvaneet. Viljelijöiden keski-ikä on noussut ja on nyt 53 vuotta (Niemi & Väre 2019). Tilakoko on kasvanut 25:stä yli 48 hehtaariin ja samalla maatilat ovat keskittyneet isompiin tiloihin, joita johdetaan liiketaloudellisin perustein. Rakennekehitys kiihtyi Suomessa Euroopan unioniin liittymisen seurauksena, mikä on nopeuttanut toimintaympäristön muuttumista markkinavetoisemmaksi. Viimeisen 25 vuoden aikana tilojen määrä on vähentynyt 100 000:sta alle 47 000:en (ks. kuvio 1).



Kuvio1. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä Suomessa vuosina 1995-2019 (Luke 2020).

Rakennekehityksen taustalla on tuotannon tehostaminen, jolloin tilan yksikkökustannukset laskevat ja kilpailukyky vahvistuu. Tehostaminen on näkynyt tiloilla: tilojen pinta-alat ovat kasvaneet, kotieläinten määrä on lisääntynyt, tuotanto tehostunut ja tullut teknisemmäksi, työn tuottavuus on kasvanut, minkä seurauksena fyysisen työn tarve on pienentynyt, ja näiden muutosten seurauksena

alalle on kehittynyt maatalousteknologian ja kemian sekä eläinlääketieteen sovelluksia (Silvasti 2012, Hyvärinen 2016).

Rakennemuutos kannustaa tiloja uusimaan laitteitaan ja investoimaan nykyaikaisiin tuotantomenetelmiin, jotka parantavat tuottavuutta, kilpailukykyä ja kannattavuutta. Ongelmana on, että tilat ovat nykyään yhä riippuvaisempia teknologiasta ja teknisistä laitteista. Markkinaehtoisuuden lisääntyessä kilpailu kovenee ja tilojen on panostettava tuotantoketjujen kilpailukyvyn parantamiseen pitkän aikavälin strategiassaan, jotta selviytyminen olisi mahdollista myös tulevaisuudessa. Tämän vuoksi tuottavuus on yritykselle mittari, joka ohjaa rajalliset resurssit tehokkaaseen käyttöön.

Lohkoketjuteknologia (LT) on puhtaasti vertaisverkossa Peer to Peer -periaatteella toimiva, hajautettu tili/tietokanta, joka on kryptografisesti suojattu ja jonka tietoja on jälkikäteen vaikea muuttaa. Teknisesti LT on tietokanta, joka ylläpitää hajautettua kirjanpitoa, jonka transaktio (vaihdanta) on avoin ja kaikkien tarkistettavissa (Mougayar 2016). Lohkoketjuteknologian avulla toiminta voidaan hajauttaa ihmisen toiminnasta riippumattomaksi automatisoiduksi palveluliiketoiminnaksi, joka hyödyntää arvonsiirtomekanismeja tuotteisiin (Rahkola 2019). Lohkoketjuteknologiaa on verrattu internet 2.0:an, joka hajauttaa verkkotoimintaa tehokkaaksi toimintaympäristöksi, ilman keskitettyä instituutiota. Lohkoketjuteknologia haastaa maatalouden toimintaympäristöä muutoksiin tulevaisuudessa kuten 1900-luvulla, jolloin traktorit syrjäyttivät hevoset tiloilla ja muuttivat toimintaympäristön kokonaan konevetoiseksi. Traktorien ansioista raskaasta työstä vapautui ihmisiä muihin tehtäviin ja kansantalouden tuottavuus kasvoi. Lohkoketjuteknologia mahdollistaa uuden liiketoimintamallin ja uusia toimintarakenteita, jotka ohjaavat tuotantotiloja automatisoituun tuotantoon samaan tapaan kuin automaattinen traktori, joka hoitaa tilan peltoviljelyä. Yrittäjällä säästyy aikaa traktorissa istumisesta ja näin olleen vapautuu aikaa johtaa tuotantoa yrittäjämäisesti ja kehittää toimintaa kannattavaksi ilman välitöntä läsnäoloa. Tämä synnyttää toimintaympäristöön uutta liiketoimintaa ja kehittää vanhaa kannattavammaksi. Tämän takia tuotteen taloudellinen arvo ei riipu pelkästään tuotteen fyysisestä olomuodosta vaan myös digitaalisuudesta (Pohjola 2019). Rakennekehityksen myötä maatilat voisivat keskittyä toimimaan yritysmäisesti ja lohkoketjuteknologialla voitaisiin automatisoida alkutuotantoa ja luoda uutta arvoa tuotantoketjuun. Lohkoketjuteknologia luo arvoa ekosysteemissä avoimuudella, joka tuo toimitusketjuun kustannustehokkuutta, läpinäkyvyyttä, jäljitettävyyttä ja luottamusta ilman instituutioiden väliintuloa (Bashir 2017).



Kansainvälisissä tutkimuksissa on kertynyt todisteita siitä, miten teknologia integroi myös useita osia kaupankäynnin arvoketjuista tehokkaasti, mallikkaasti ja matemaattisesti yhteen (Kiviat & Trevot 2015). Hyödyllisin talouden veturi, joka vauhdittaa kansantalouden kehitystä, on yleishyödyllinen teknologia (Bresnahan & Trajtenberg 1995). Yleishyödyllinen teknologia luo uutta arvoa liiketoiminnalle ja sen vaikutukset ulottuvat laajalle taloudessa. Lohkoketjuteknologia ei ole pelkästään teknologia vaan yleishyödyllinen teknologia, joka mahdollistaa tavan toimia ilman instituutioita (Filippova 2020, Ozcan & Unalan 2020).

Lohkoteknologia on ajankohtainen ilmiö ja tämä oli yksi suurimmista syistä, minkä vuoksi lähdin työstämään tutkielmaa oma-aloitteisesti lohkoteknologian hyödyntämisestä suomalaisessa ruoan tuotantoketjuissa. Uskon, että Suomen elintarvikkeiden toimitusketjuilla olisi hyvät mahdollisuudet määrittää uutta arvoa lohkoketjuteknologian avulla Suomessa ja maailmalla. Tulevaisuudessa pelkästään hyödykkeiden tuottaminen ei riitä, vaan hyödykkeiden ohella rakennetaan uutta liiketoimintaa digitaalisesti ja lohkoteknologia mahdollistaa uutta liiketoimintaa. Suomi voisi rakentaa lohkoketjuteknologialla uutta menestysreseptiä läpinäkyvästi ja avoimesti ruoan tuotantoketjussa. Teknologia on aina kiehtonut viljelijöitä, minkä vuoksi viljelijät ovat olleet edelläkävijöitä uusien teknologioiden omaksumisessa, erityisesti sellaisten teknologioiden, jotka ovat järkeviä ja tuottavat todellista arvoa lopputuotteelle (FAO 2019b).

Tulevaisuudessa hyödykkeiden ympärille tullaan rakentamaan tuotteelle digitaalisesti bränditarinoita ja informaatiota, joilla luodaan kuluttajalle arvoa tuotteen eettisyydestä ja laadusta kirjoitettuna lohkoketjuteknologian avulla. Menestys ei tule vanhoilla liiketoimintamalleilla, vaan tarvitaan uudenlaisia näkökenttiä muuttuvassa maailmassa, jolla luodaan uutta markkinaa, joka ei ole olemassa vielä vaan odottaa noutajaa. Yksi asia on varma: kuluttajien data tulee olemaan keskeinen tekijä ruoan tuotannossa ja strateginen resurssi. Se, jolla on kyky kerätä asiakkaista dataa ja jalostaa siitä hyödynnettäväksi ruoan tuotantoketjussa, määrittää uusien liiketoimintakonseptien kehittämistä (Yuan ym. 2019).

Kun ostat suomalaista lihaa kaupasta, ajattelet, että se on pelkkää lihaa. Ajattelet väärin! Lihan ei pitäisi olla pelkkää lihaa, vaan täynnä tarinoita ennen kuin se päättyy ostoskassiin. Lohkoketjuteknologian avulla tuotteisiin voidaan lisätä digitaalinen jäljennös, joka tarjoa enemmän informaatiota hyödykkeistä. Tämä vaikuttaa kuluttajien tyytyväisyyteen. Esimerkiksi ”suomalainen

liha on tuotettu tilalla x varmistaen, että liha on turvallista, eläimet voivat hyvin ja liha tyydyttää kuluttajan laatuvaatimukset”. On tulevaisuutta, että asiakkaan ostaessa lihaa hän ei osta pelkkää hyödykettä vaan digitaalisella jalanjäljellä varmennetun hyödykkeen, jossa on informaatiota tuotteen historiasta, tuotannosta ja tarina yrityksestä. Digitalisaation avulla tuotetaan tulevaisuudessa uusia liiketoimintamalleja, parannetaan kannattavuutta ja kehitetään koko toimitusketjun dynamiikkaa. Lohkoketjuteknologia tarjoaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia n iille suomalaisille yrityksille, jotka kykenevät hyödyntämään hiljaisia signaaleja tulevaisuudesta. Kuten esimerkkitapauksessamme, kuluttaja y ostaa lohkoketjuteknologialla varmennetun tuotteen ja saa informaatiota tuotantoketjusta, mikä rakentaa luottamusta ja lisää kuluttajan sitoutumista suomalaiseen hyödykkeeseen.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Lohkoketjuteknologian (LT) hyödyntäminen ruoan tuotantoketjussa on aiheena uusi ja alan suomalaiselle tutkimukselle on suuri tarve. Tutkimus on kirjoitettu suomeksi, jotta moni voisi käyttää tutkimustietoa hyödykseen toimintansa suunnittelemiseen ja kehittämiseen. Tutkimuksen pää tavoitteena on tutkia LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksia Suomen ruoan tuotantoketjussa ja rakentaa teorian avulla tulevaisuuden toimitusketjua kilpailukykyiseksi.

Lohkoketjuteknologia on uusi teknologia, jolla on paljon potentiaalia uudistaa myös maatalouden tuotantoketjua, työvoimarakennetta ja kannattavuutta. Tutkimuksen tavoitteena on tarjota uutta tietoa teknologiasta Suomen maatalouden toimintaympäristöön sovellettuna ja luoda uusia lähestymistapoja maatalouden sidosryhmille. Teknologia on kansantalouden tuottavuuden katalysaattori ja tutkimuksen tarkoituksena on myös nostaa esiin uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Aihetta lähestytään poikkitieteellisesti. Ensin tarkastellaan, mitä LT on ja miten teknologia toimii käytännössä ja sen jälkeen käydään läpi toimitusketjua. Toiseksi tutkitaan, miten LT soveltuu maatalouden monimutkaisiin tuotantoketjuihin ja miten sitä on sovellettu maailmalla. Kolmanneksi tutkimus luo pohjaa LT:n käyttömahdollisuuksien uusille tutkimuksille.

### Tutkimusongelma on seuraava:

- Mitkä ovat lohkoketjuteknologian (LT) hyödyntämisen mahdollisuudet suomalaisessa elintarvikeketjussa?

### **Kolme keskeistä alakysymystä on:**

- Miten lohkoketjuteknologian mekanismi toimii?
- Miten lohkoketjuteknologia sovelletaan/ voidaan soveltaa elintarvikeketjussa?
- Ketkä voivat hyötyä lohkoketjuteknologiasta?

## **1.3 Tutkimuksen rakenne ja rajaukset**

Tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksia Suomen elintarvikeketjussa. Tämän takia tutkimuksessa ei tarkastella syvällisesti lohkoketjuteknologian yksityiskohtia. Tutkielman teoreettisena tavoitteena on tarjota viitekehys lohkoketjuteknologian ominaisuuksista ja keskittyä tämän jälkeen siihen, miten teknologia toimii. Näitä ominaisuuksia ovat jäljitettävyyys, läpinäkyvyys sekä älysopimukset. Työn ensisijainen tehtävä on keskittyä tutkimuksessa LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksiin ja sen soveltamiseen elintarvikkeiden tuotantoketjussa. Tutkimuksen pääasiallisena tavoitteena on myös tuottaa uutta tieteellistä tietoa ja kehittää teoriaa ilmiöstä kirjallisuuden ja aikaisempien tutkimusten perusteella. Luvussa viisi tutkimus hakee vastausta Sinisen meren strategian avulla myös siihen, tuoko lohkoketjuteknologia hyötyä ja ketkä mahdollisesti hyötyvät siitä.

Tutkielma koostuu seitsemästä luvusta. Tutkielman johdanto kertoo työn tarkoituksesta ja taustasta. Tässä luvussa esittelen myös tutkimusongelman ja aiheen rajauksen. Toinen luku keskittyy teoreettiseen viitekehykseen, miten lohkoketjuteknologia toimii, ja siihen sen vaikuttaviin teorioihin. Teoriaosuuden tehtävä on avata lukijalle lohkoketjuteknologian käytännön mekanismia. Toisessa luvussa tarkastellaan myös lohkoketjuteknologian soveltamista elintarvikeketjussa ja sen vaikutuksia tuotantoketjuun. Kolmannessa luvussa käydään läpi tutkimusmenetelmä ja aineiston käsittelytapa. Tutkimus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja osittain sinisen meren strategiaa käyttäen, koska näiden avulla voidaan hyödyntää olemassa olevaa teoriaa sekä rakentaa uutta. Toiseksi, kartoittavan katsauksen avulla pystytään testaamaan ilmiötä laaja-alaisesti, kokonaisvaltaisesti ja poikkitieteellisesti sekä teorian toimivuutta yhdistämällä eri tutkimusmenetelmiä (Arksey & Maley 2005). Tutkimustulokset tarkastellaan luvussa neljä. Luku viisi määrittelee lohkoketjuteknologian teoriaa sinisen meren strategian avulla, koska nykyiset strategian mallinnukset eivät kuvasta arvon tuottamista uusille innovatiivisille teknologioille. Sinisen meren strategia on tarkoitettu tarkastelemaan uudenlaisia liiketaloudellisia toimintatapoja, joita ei ole vielä olemassa tai jotka ovat

tuntemattomia markkinoilla (Kim ym. 2015). Tämän vuoksi vanhat strategiat eivät sovellu lohkoketjuteknologian arvon luontiin ja sen tarkasteluun. Luku kuusi päättää tutkimuskysymysten perusteella tehdyn tutkimuksen esittelemällä tulosten tarkastelun. Tutkimuksen päättävässä seitsemännessä luvussa esitetään johtopäätökset ja mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

## **2 Teorettinen viitekehys**

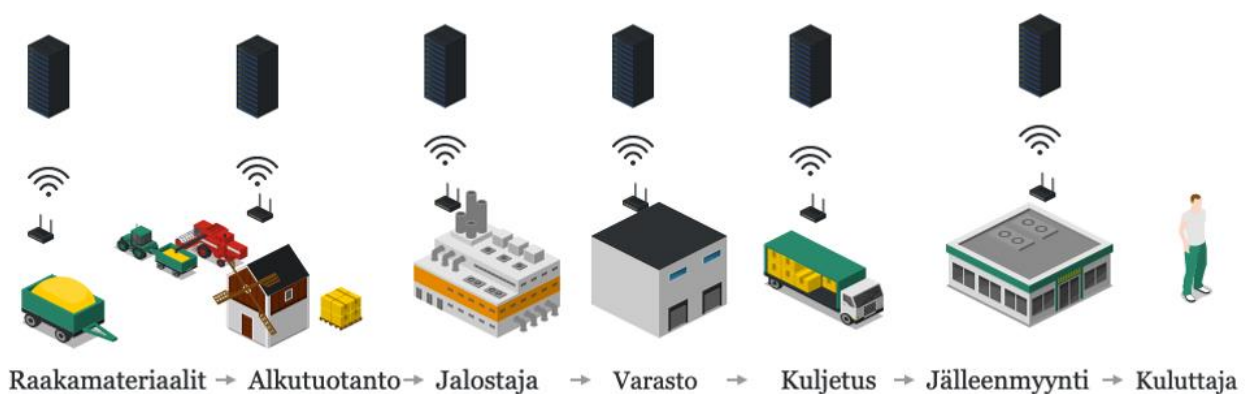
Tässä luvussa perehdytään ensin ruoan tuotantoketjuun, joka sisältää monimutkaista tietovirtaa, ja jonka välivaiheisiin osallistuu monia tekijöitä. Ruoan tuotantoketjuun osallistuu toimijoita, kuten alkutuottajat, prosessituottajat sekä vähittäistavarakauppiaat, jotka vastaavat toimitusketjun toimivuudesta ja arvonluonnista. Tämä prosessi aiheuttaa nykyisessä tietovirrassa ongelmia. Tuotantoketjun jälkeen avataan lohkoketjuteknologian (LT) mekanismeja ja sitä, miksi teknologialla on kilpailuetu tehokkuuden, turvallisuuden, jäljitettävyyden, avoimuuden ja Smart-sopimusten suhteen. Tämän vuoksi teoriaosuus keskittyy LT:n toimivuuteen ja sen käyttöön ruoan tuotantoketjussa. Luvun loppuosassa tarkastellaan LT:n sovelluksia ruoan tuotantoketjuun.

### **2.1 Ruoan tuotantoketju ja sen haasteet**

Ruoan tuotantoketjun toimijat ovat alkutuottajat, elintarviketeollisuus, vähittäiskauppiaat ja kuluttajat. Seuraavassa tarkastellaan ketjun osia lyhyesti ja niiden haasteita tällä hetkellä.

Ruontuotantoketju on monimutkainen järjestelmä, joka toimittaa ruokaa alkutuotannosta kuluttajille (Antonucci ym. 2019). Tuotantoketjun määritelmä sisältää toimijat, jotka osallistuvat ruoan tuotantoketjun prosesseihin. Tuotantoketjussa olevat tekijät muodostavat tuotantoketjun, jotka päättävät markkinoiden ruoan saatavuudesta. Tuotantoketju on lineaarinen alkutuotannosta kuluttajalle. Tämä tuottaa haasteita ketjussa oleville yrityksille, jotka ovat keskenään erikokoisia. Linearisessa tuotantoketjussa tuotanto on myös yksipuolista ja voimakkaasti keskittynyttä ja toimintaa tapahtuu yhä suuremmissa yksiköissä kaukana asiakkaasta. Näiden seurauksena ruoan tuotantojärjestelmä on haavoittuvainen paitsi taloudellisten myös ekologisten riskien suhteen (Riipi & Kurppa 2013). Samalla maataloustuottajien toimintaympäristöön aiheutuu haasteita Suomessakin ilmastonmuutoksen vuoksi. Ilmastonmuutos aikaansaa muuttuvia sääilmiötä, uudenlaisia tuholaisia ja tauteja, jotka heikentävät maataloustuottajien kilpailukykyä ja asemaa ruoan tuotantoketjussa. Uusien teknologioiden korkea hinta ja kyvyttömyys hyödyntää niitä ovat esteinä muuntaa tuotteiden erityisiä ominaisuuksia korkeammaksi hinnaksi (Pellervo 2019).

Ruoan tuotantoketjusta on monimutkainen ja laaja. Ketju muodostuu monista toimijoista, kuten alkutuotannosta, prosessivalmistajista, tukkukaupoista, jälleenmyyjistä ja vähittäiskaupoista, jotka tuottavat lisäarvoa hyödykkeelle koko toimitusketjusta kuluttajalle asti (Maa- ja metsätalousministeriö 2020, Papa 2017). Ruoan tuotantoketjun laajuuden takia läpinäkyvyys on ollut hankala saavuttaa ajantasaisesti (Chen, Li & Li 2020), koska tieto on keskitettynä lineaarisesti jokaisen toimijan omassa järjestelmässä (Pellervo 2019). Kuvio 2 havainnollistaa lineaarista keskitettyä tuotantoketjua.



Kuvio 2. Lineaarinen keskitetty ruoan tuotantoketju.

Keskitettyssä järjestelmässä yksittäinen yritys voi kasvaa isoksi, käyttää tietoa epäsymmetrisesti hyväkseen ja luoda sen perusteella kilpailukykyiset markkinavoimaa muita toimijoita kohtaan. Epäsymmetrisessä informaatioissa osapuolet eivät ole tuotantoketjussa samanarvoisia, mikä voi olla kustannustehotonta, koska se aiheuttaa informaation kulkua epäoikeudenmukaisesti yritysten kesken (Antonucci ym. 2019, Pohjola & Sinivuori 2019). Ruoan tuotantoketjussa markkinarakente on Suomessa keskittynyt ja tilanne oli ennen Euroopan unioniin liittymistä maltillinen. EU-jäsenyyden aikana keskittyminen on kasvanut ja kaksi johtavaa vähittäiskauppaketjua Suomessa on pystynyt nostamaan markkinaosuutensa 50 prosentista 80 prosenttiin. Keskittyminen on johtanut siihen, että muutamat yritykset ovat hallitsevassa asemassa ruoan tuotantoketjussa Suomessa (Niemi 2013).

Suomessa ruoan tuotantoketjun suunnan määrittää Euroopan unionissa sovellettu ruokapolitiikka. Ruokapolitiikan tarkoituksena on ohjata kansakunnan ravitsemustilaa ja hyvinvointia ruoan kautta (Sarlio 2019).) Poliitiikan tavoitteena on ohjata ruoan tuotantoa kohti vastuullisuutta, jotta pystytään huolehtimaan ruoan terveellisyydestä, jäljitettävyydestä, turvallisuudesta, tuotantoeläinten

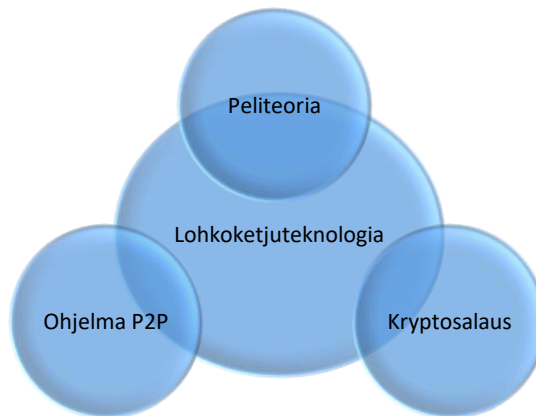
hyvinvoinnista, työntekijöiden työoloista ja sekä ympäristön monimuotoisuudesta (Maa- ja metsätalousministeriö 2020). Näiden seurauksena Suomessa on kehitetty maailman parhaita seurantajärjestelmiä. Ruoan tuotantoketjun seuranta Suomessa on kehitetty korkealaatuiseksi varmistuen tuotteen turvallisuus ja laatu. Nykyään käytössä olevat seurantajärjestelmät mahdollistavat tuotteiden jäljittämisen jopa tilalle, missä tuote on tuotettu. Järjestelmä auttaa varmistamaan tuotteen laadun ja turvallisuuden kuluttajalle (Niemi 2013).

## **2.2 Lohkoketjuteknologia**

Lohkoketjuteknologia ei ole uusi internet tai uusi verkkoprotokolla, vaan monimutkainen teknologiajärjestelmän mekanismi, joka on pakattuna yhteen tekniikkaan. Lohkoketjuteknologia (LT) esiintyi ensimmäisen kerran Satoshi Nakamoton white paperissa 2008, ja sen jälkeen teknologia on ollut käytössä virtuaalivaluutta Bitcoinin mekanismina vuodesta 2009 (Ammous 2018). Bitcoin oli ensimmäinen digitaalinen valuutta, joka mahdollisti varojen säilyttämisen ja siirtämisen luotettavasti ja turvallisesti ilman rahoitusinstituutioita (O’Sullivan 2018). Bitcoin kehitettiin finanssikriisin jälkeisenä aikana, jolloin luottamus finanssi-instituutiota kohtaan oli heikentynyt ja uudentlaiselle teknologialle oli kysyntää (Türegün 2019). Bitcoin oli ensimmäinen digitaalinen vertaisverkossa toimiva valuutta, joka toimi kysynnän ja tarjonnan lakiin nojaten ilman omistajatahoa ja tämä herätti kiinnostusta. Finanssikriisin jälkimyllerryksenä Bitcoinille löytyi markkinarako, joka mahdollisti uudenlaisen keinon ratkaista luottamusongelma siitä, miten rahaa voidaan säilyttää tehokkaasti ja siirtää digitaalisesti tuntemattomien kanssa luotettavasti ja turvallisesti ilman kolmatta osapuolta (Fielke ym. 2019). Markkinoilla ymmärrettiin, että Bitcoin ei ollut läpimurtoteknologia vaan lohkoketjuteknologian konsensusprotokolla, joka oli sen ydininnovaatio ja mahdollisti turvalliset sähköiset tapahtumat ilman keskitettyä kirjanpitoa ja ilman kahdenkertaista tarkistusta (Kiviat & Trevor 2015, Nguyen et al. 2019, Xiao, Zhang, Lou, & Hou 2020). Konsensusprotokolla takaa, että kaikki noodit solmun sisällä hyväksyvät tapahtuman ja lisäävät ne tämän jälkeen tilikirjaan. Samalla se varmistaa, että kaikki noodit noudattavat aikajärjestystä lohkoketjussa. Tämä tekee konsensusprotokollasta innovaatioteknologiaa, koska lohkot muodostuvat hajautetuista lohkosolmuista ja tähän tarvitaan tapa synkronoida säilytetty tietokanta luotettavasti ilman ihmisen interventiota.

## 2.3 Lohkoteknologian rajapinta

Lohkoketjuteknologia koostuu pääasiasta kolmesta tekniikan rajapinnasta: ohjelmasta, peliteoriasta ja kryptosalauksesta (Mougayar 2016).

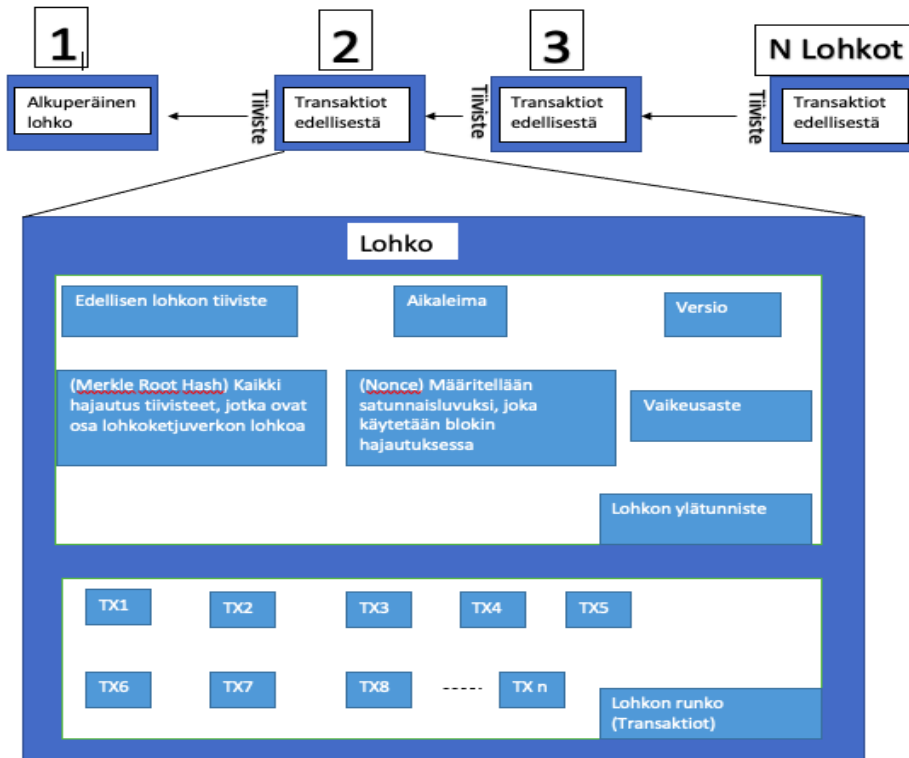


Kuvio 3. Lohkoketjuteknologian ohjelmarajapinta.

Ohjelma (kuvio 3) toimii vertaisverkkona (engl. Peer to Peer, P2P), joka on avoimella lähdekoodilla hajautettu tili (Mougayar 2016). Datan transaktiot säilyvät hajautetussa lohkoissa aina riippuen lohkon tasosta. Tämän vuoksi lohko tallettaa edellisen lohkon tiedot seuraavalle lohkolle ja tarkistaa, että tiedot täsmäävät. Nimestä voi päätellä lohkoketjun tarkoituksen. Lohkoketju sisältää tiedot kaikista tapahtumista järjestelmän historian aikana ja se luo digitaalisen sormenjäljen, jolla voi tarkistaa ja varmentaa tapahtumia. Lohkoketju muodostaa yhteyden seuraavaan lohkoon. Ketjussa voi olla valtavia määriä lohkoja, jotka muodostavat lohkoketjun. Prosessi on kytketty yhteen lineaarisessa kronologisessa järjestyksessä. Jokainen lohko sisältää edellisen tapahtumien tiivisteen kuten kuviossa 4 (Xie, Sun & Luo 2017, Papa 2017, Tian 2016, Lucena, Binotto ym. 2018).

Aina kun tapahtuma vahvistetaan tietokannassa, sen data lisätään lohkoon, joka sisältää muiden lohkojen aikaisemmin tallettamia tapahtumia (Hua ym. 2018). Transaktiot varastoidaan, ja kun lohko saavuttaa tietyn koon, sitä tiivistetään ja se lisätään olemassa olevaan tilikirjaan, joka koostuu muista vanhemmista lohkoista. Lohkot on merkitty aikaleimalla ja ne ovat yhteydessä toisiinsa varmistuen, ettei kukaan voi väärentää tilikirjaa teknisesti. Aikaleima varmistaa samalla lohkojen turvallisuuden

ja läpinäkyvyyden, koska ne on suojattu kryptograafisesti. Kuvio 4 havainnollistaa lohkoketjuteknologian toimintamekanismia.



Kuvio 4. Lohkoketjun toimintamekanismi (mukaillen Kamilaris. ym. 2019).

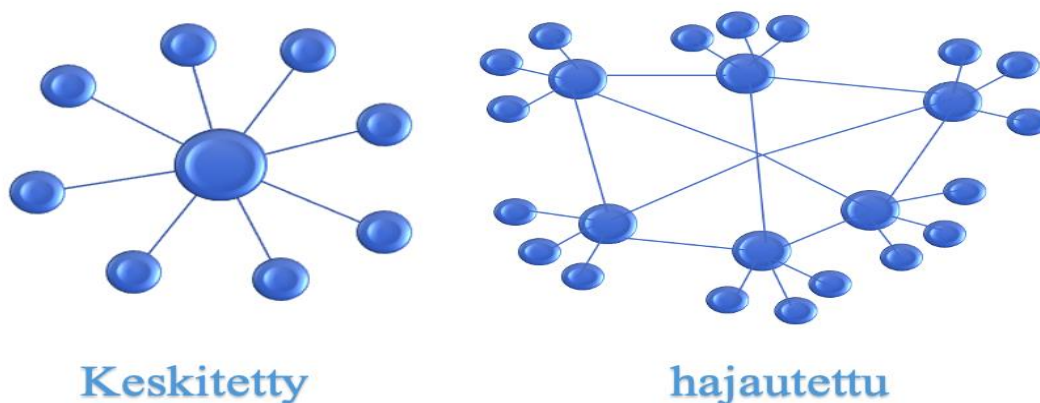
## 2.4 Keskitetty ja hajautettu verkko

Keskitetyssä verkossa on yksi solmu, joka hallinnoi liikennettä ja jolla on valtaa vaikuttaa muihin toimijoihin. Tämä vallan epäsymmetria tuottaa informaatio-ongelma (Hua ym. 2018, Tian 2016, Xie, Sun & Luo 2017), koska yksi toimija kontrolloi tietoja ja voi saada monopoliaseman muihin toimijoihin nähden. Keskitetyn verkon toiminta voi aiheuttaa korruptiota ja hyödykkeen väärennöksiä, kun tieto ei ole avointa eikä näkyvillä osapuolten kesken (Tian 2016). Kuviossa 5 havainnollistetaan keskitetyn ja hajautetun verkon ominaisuuksia. Keskitetyn verkon toimijan kohdatessa esimerkiksi palvelunestohyökkäyksen koko verkko pysähtyy. Esimerkiksi jos ruoan tuotantoketjussa verkon solmun hallitsijaan kohdistuu isku, joka aiheuttaa tuotanto-ongelman, se voi aiheuttaa tuotanto-ongelmia koko ketjussa.

Hajautetussa verkossa kaikki toimijat ovat yhteydessä toisiinsa, tasavertaisia informaation kulussa ja osallistujien hyväksyntää vaaditaan transaktion toteuttamisessa. Solmut on linkitetty toisiinsa ja ne



jakavat tietoja ja neuvottelevat keskenään välittämällä dataa. Hajautetussa järjestelmässä jokainen solmu pystyy kommunikoimaan ja tallettamaan kokonaisia tietoja lohkoketjuista ja tämän takia varmuuskopioita on enemmän kuin keskitetyssä järjestelmässä (Hua ym. 2018). Ongelman kohdatessa hajautetussa verkossa toiminta jatkuu, koska data on vertaisverkossa, jossa ei ole yhtä heikkoa solmukohtaa, johon palvelunestohyökkäyksen iskiessä toiminta pysähtyisi. Hajautetun verkon avulla voidaan siirtää tietoja, sopimuksia ja transaktioita ilman tarvetta luottaa toiseen osapuoleen. Tämä luo uuden tavan koordinoita tapahtumia luotettavasti, kustannustehokkaasti ja turvallisesti (Rahkola 2019).



Kuvio 5. Keskitetyn ja hajautetun verkon ero.

## 2.5 Julkinen ja luvanvarainen lohkoketju

Lohkoketjuteknologia voidaan luokitella lohkoketjujen toiminnan mukaan. LT voi olla julkinen tai luvanvarainen (Devi ym. 2019). Toiminnan tarkoitus määrittää LT:n käyttötarkoituksen. Julkinen lohkoketju on avoin kaikille vertaisverkon osallistujille, ja toiminta on hajautettu ja kaikki transaktiot ovat kaikkien nähtävissä. Bitcoin on yksi esimerkki julkisen lohkoketjuteknologian avoimuudesta (Lin ym. 2017). Bitcoinin vertaisverkon osallistujat ovat täysin tuntemattomia toisilleen ja luottamus syntyy hajautetusta algoritmista (Bach, Mihaljevic & Zagar 2018). Avoimen lohkoketjun kilpailuetuja ovat läpinäkyvyys, turvallisuus ja avoimuus, jotka kehittävät toimintaa kohti autonomisuutta. Bitcoin on ensimmäisen sukupolven konsensusprotokollalla toimiva kryptovaluutta. Bitcoinin louhintaan ja transaktioihin voi osallistua jokainen, jolla on kyky käyttää tietokoneensa laskentakapasiteettia louhimiseen. Louhiminen vaatii huomattavia määriä laskentatehoa ja energiaa. Tämä on ollut otsikoissa teknologiaan liitettyä ongelmana.

Luvanvaraiset lohkoketjut ovat yksityisiä, joihin ei voi liittyä vapaasti. Lohkoketju on suljettu ja osallistujien määrää kontrolloidaan valtuutetun oikeuksien avulla. Tämän takia luvanvaraiset lohkoketjut ovat keskitetympiä kuin avoimet ja niiden transaktiotapahtumat eivät ole kaikkien saattavilla (Bashir 2017, Rahkola 2019). Luvanvaraisten lohkoketjujen transaktiot ovat nopeampia kuin avoimessa, koska lohkojen sisällä olevia tapahtumia voidaan kontrolloida ja tämän takia todentamisessa menee vähemmän aikaa ja konsensuksen saavuttaminen on nopeampaa (Bach, Mihaljevic & Zagar 2018). Luvanvaraisen lohkoketjun kilpailuetuja ovat transaktion nopeus ja skaalautuvuus, jonka vuoksi se on kustannustehokkaampi kuin julkinen lohkoketju. Luvanvaraisen lohkoketjun ongelmana on datan keskittyminen yksityiselle taholle, mikä voi aiheuttaa imago-ongelmia, kun luvanvaraisuus johtaa keskittämiseen. Luvanvarainen lohkoketju on yritysten suosioissa, koska osallistujat ovat tiedossa ja luottamus ei vaadi monimutkaista laskentatehoa ja koska se kuluttaa vähemmän sähköä. Tapahtumat laaditaan älysopimusten avulla, jolloin transaktion nopeus kilpailee luottokorttiyhtiöiden kanssa.

## 2.6 Konsensusprotokolla

Konsensusprotokolla ”Proof of Work” on laskentatehollisesti vaativa ja sen avulla lasketaan matemaattisesti uusia lohkoja. Laskennan taustalla Bysantin kenraalin ongelman ratkomisen (Bach, Mihaljevic & Zagar 2018). Proof of Work -algoritmi ratkaisee matemaattisesti ongelmia laskennan avulla ja luo uusia lohkoja lohkoketjuun. Tavoitteena on löytää vertaisverkossa yhteisymmärrys toisilleen tuntemattomien osallistujien keskuudessa. Instituutiot, kuten pankit ja valtiot, takaavat luottamuksen osapuolten kesken ja välillä tieto on epäsymmetristä, joillakin instituutioilla on valtaa vaikuttaa ehtoihin (Mougayar 2016). Luottamus on tärkeää sopimusten laatimisessa. Konsensusprotokollan algoritmin tehtävänä on varmistaa, että tapahtumat luodaan salausmenetelmän avulla, joka perustuu matemaattiseen laskentaan uusien ketjun lohkojen muodostamiseksi. Tämä prosessi kuluttaa paljon sähköä ja sitä nimitetään louhimiseksi (Rahkola 2019).

On olemassa myös muita konsensusprotokollia, jotka varmistavat luottamusta ilman suurta energiakulutusta. Yksi niistä konsensusprotokollista on ”Proof of State”, jossa lohkojen varmistetaan panostusten mukaan, eikä sitten tarvita prosessitehokkaita laitteita louhimaan lohkoja. ”Proof of state” -konsensusprotokolassa datan nopeus ja varmentaminen ovat nopeampi kuin ”Proof of Work” protokollassa, koska osallistujien määrä tiedetään lohkoketjussa.

## 2.7 Älykkäät sopimukset (Smart contracts)

Älykkäät sopimukset ovat digitaalisia sopimuksia, joiden kautta varmennetaan tapahtumia lohkoketjussa. Sopimukset sisältävät tietoja osapuolten sopimusehdoista ja toteutettavista tuotteista, jotka on digitaalisesti allekirjoitettu ja osapuolten nähtävissä (Zhao ym. 2019, Kumar & Iyengar 2017, Kamilaris ym. 2019). Älykkäät sopimukset on teknisesti koodattu konsensusprotokollaan toteuttamaan ennalta määriteltyjä ehtoja lohkoketjussa, jotka sitten tiivistetään osaksi aikaisempia lohkoketjuja. Älykäs sopimus perustuu siihen, että se poistaa kolmannen osapuolen interventioita ja lisää luottamusta autonomisia sopimuksia kohtaan (Bashir 2017, Mougayar 2016). Älykkään sopimuksen konsensusprotokolla perustuu peliteoriaan, joka pohjautuu matematiikkaan. Konsensusprotokolla varmentaa, että ehdot täyttyvät sopimuksessa, ja tämän jälkeen valtuuttaa sopimuksen täytäntöön panon (Mougayar 2016).

Ensimmäisen kerran älykkäät sopimukset tulivat julki tutkija Nick Szabon hahmotelmasta vuonna 1994. Szabo hahmotteli älykkään sopimuksen seuraavasti: se on tietokoneohjelma, joka suorittaa digitaalista valuutan siirtoa tuntemattomien osapuolten kesken tietyillä ehdoilla (Bashir 2017). Sopimus voi sisältää sopimuksen määritelmiä ehtoja, seuraamuksia ja sääntöjä kuten perinteiset sopimukset. Ainoana erona on, ettei ihminen toimi luottamuksen ylläpitäjänä. Konsensusprotokolla toimii autonomisesti ja itsenäisesti sopimuksen varmistamiseksi ja tämän takia tietoja ei voi väärentää. Tämä herättää luottamusta osapuolten kesken. Kuvio 6 esittää esimerkin älykkään sopimuksen täytäntöönpanosta.



Suomalainen yritys tilaa soijarehua yhdysvaltalaiselta yritykseltä. Sopimustiedot kirjoitetaan älykkääseen sopimukseen, jossa on kaikki tiedot tuotteen laadusta ja hinnasta.



Tilauksen jälkeen yhdysvaltalainen yritys laittaa soijarehun varastoon, joka on lukittu älykkään sopimuksen avainkoodilla.



Molemmat osapuolet tarkastavat sopimus- ja maksutiedot. Tarkistamisen jälkeen he allekirjoittavat sopimukset.



Älykäs sopimus tarkistaa, että suomalainen yritys on maksanut tuotteen ostoshinnan ja jos kaikki täsmää se antaa avainkoodin varastoon.



Tapahtumavarmennuksen jälkeen suomalainen yritys voi noutaa tuotteensa älykkään sopimuksen antamalla avainkoodilla.

Kuvio 6. Esimerkki älykkäästä sopimuksesta (Kamilaris, Fonts & Prenafeta-Boldó 2019).

## 2.8 Lohkoketjuteknologian soveltaminen ruoan tuotantoketjuun

Tässä osioissa tarkastelemme, miten LT:a voidaan soveltaa ruoan tuotantoketjuun ja miten se eroaa nykyisestä keskitetystä järjestelmästä. Lohkoketjuteknologia tehostaa ja parantaa yhteistyötä avoimesti järjestelmän kaikilla tasoilla. Ruoan tuotantoketjun digitalisaation avulla pystytään pienentämään tai poistamaan pitkistä välimatkoista aiheutuvia haittoja, jotka ovat merkittäviä Suomessa. Digitalisaatio tuo uusia mahdollisuuksia, jolla viljelijä pystyy ohjaamaan työtään autonomisesti ja etänä maaseudulta käsin (Pellervo 2019). Tämä toimintatapa luo uusia

liiketoimintamahdollisuuksia kannattavasti ja tehokkaasti (Pellervo 2019, FAO 2019a). Näiden seurauksena älykkäässä viljelyssä koneet ja anturit toimivat autonomisesti ja korvaavat ihmistyövoimaa ja tuottavat dataa päätöksentekoa ja tuotannon optimointia varten. Työn laatu ja työskentelyolosuhteet muuttuvat paremmiksi (Pellervo 2019, Lin ym. 2018).

Finanssiyritysten otettua lohkoketjuteknologian käyttöön markkinoille on tullut yrityksiä, jotka ovat keskittyneet ruoan tuotantoketjuun (Kamilaris ym. 2019). Lohkoketjuteknologiaa käyttävät yritykset, joiden liiketoiminta on keskittynyt ruoan jäljittävyYTEEN, ovat kasvaneet vuoden 2015 jälkeen (liite 1). Yritysten toimintatavoissa on pieniä eroavaisuuksia siinä, miten data jaetaan osapuolten kesken tai miten kuluttaja osallistuu järjestelmään. Kuvion 7 esimerkissä data on kaikkien osapuolten käytössä, avointa ja linkitetty RFID sensorien avulla, jolloin ruoan toimitusketjun kaikki datan siirrot ovat reaaliaikaisesti kaikkien tiedossa (Tian 2016).

LT:n avulla voidaan rakentaa alusta, johon kuuluvat alkutuotanto, alkutuotannon panosten toimittajat, jalostajat, tukku- ja vähittäismyyjät, kuljetukset ja muu toimitusketjun osat. Toimijoiden on rekisteröidyttävä järjestelmään ja luotava digitaalisia profiileja, jotka on tallennettu lohkoketjujärjestelmään (Kumar & Iyengar 2017, Tian 2016). LT alustalla kaikki toimijat pystyvät muodostamaan oman yhteisen järjestelmän, kirjamaan ketjun tapahtumia sekä tiedon ja pääoman kulkua ja seuramaan ja valvomaan toimitusketjun tapahtumia reaaliaikaisesti, minkä myötä yhteistyön merkitys kasvaa. Tällä tavalla ydinyritykset voivat nähdä koko tuotantoketjun laadun ja logistiikan, mikä tekee koko toimitusketjusta läpinäkyvän. Tällöin mahdollisiin ongelmiin kyetään reagoimaan nopeasti (Yuan ym. 2019).

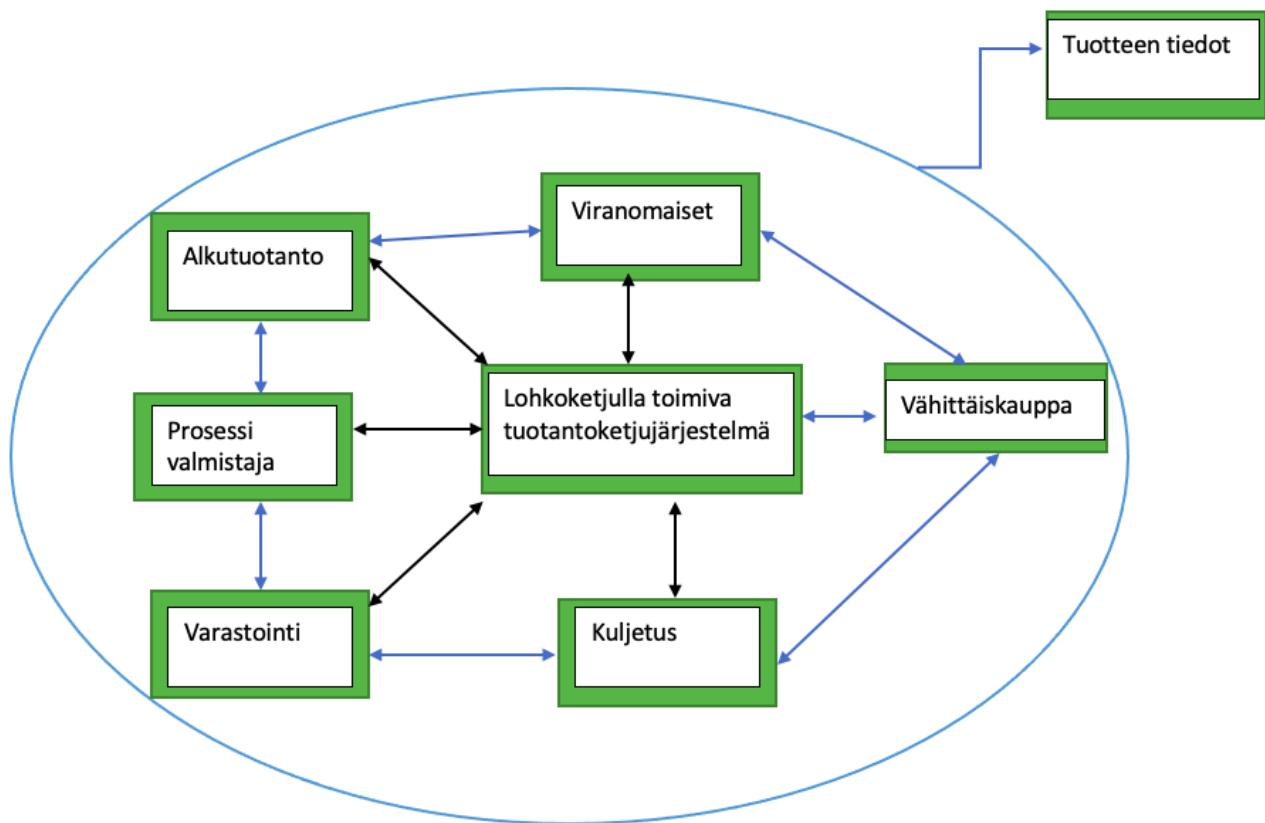
Kuvion 7 tuotantoketjussa hyödynnetään RFID-sensoria. Toimintapa tarjoaa etuja, kun yhteistyö muuttuu osapuolten kanssa intensiiviseksi. Järjestelmä tarjoaa reaaliaikaista seuranta hyödykkeiden jakeluprosessin aikana. Kun data perustuu RFID-sensorien toimittamalle datalle ja kun se laskee suorituskykyä toimitusketjussa, tehokkuus, turvallisuus, tarkkuus ja avoimuus lisääntyvät (Gu ym. 2017). Lohkoketjuteknologian tuotantoketju tarjoaa kaikille osapuolille reaaliaikaista tietoa tuotteen syklistä, jolloin läpimenoaika vähenee ja kuluttajien arvo-odotukset kasvaa (Lucena ym. 2018). LT tuotantoketjulla on suuri potentiaali tuottaa lisäarvoa elintarvikeyritysten toimintaan, lisätä luottamusta toimijoiden kesken ja helpottaa tietojen jakamista koko toimitusketjun sisällä. Tämä laskee merkittävästi ruokaketjun transaktiokustannuksia (FAO 2019a).



Kuvio 7. Sensorilla varustettu lohkoketjuteknologia (Tian 2016).

LT tuotantoketju auttaa arvoketjujen jäljitettävyyden parantamisessa hajautetun järjestelmän avulla. Hajautettu järjestelmä pystyy yhdistämään reaali-aikaisesti toimitusketjun kaikki osapuolet, jotka käyttävät eri ohjelmia erilaisten sääntöjen tai käytäntöjen alaisina (Kamilaris ym. 2019). Kuvion 7 tuotantoketjussa toimijat ovat vuorovaikutuksessa reaaliaikaisesti järjestelmän avulla. Tapahtumat kirjautuvat automaattisesti ja tarkasti järjestelmään. Näiden seurauksena hyödykkeen tuottamisen ja vaihdannan rahoittaminen, ostaminen, siirtäminen ja myyminen helpottuvat (Gu ym. 2017). Prosessi lisää luottamusta tuotteeseen ja kuluttaja pystyy näkemään avoimesti hyödykkeen koko tuotantoketjun alkutuotannosta siihen asti, kun ostaa sen (FAO 2019a).

Kuvio 8 esittää toisen esimerkin, jossa ruoan tuotantoketjun toimijat ovat yhteydessä reaaliaikaisesti tietovirtaan tuottaen lopputuotetta. Osapuolet jakavat dataa ja luovat tuotteelle arvoa sen tuotantoketjussa, jolloin se välittyy kuluttajalle. Kuluttaja saa loppupäässä tuotteen tiedon avoimesti ja muuttumattomana. Katso kuvio 8.



Kuvio 8. Lohkoketjuteknologialla toimiva tuotantojärjestelmä (Kumar & Iyengar 2017).

### 3 Tutkimusmenetelmät ja-aineisto

Tämän tutkielman kirjallisuuskatsaus on laadullinen ja hyödyntää osittain sinisen meren strategiaa. Laadullisessa tutkimuksessa yritetään löytää selitystä ilmiölle ja kuvata ilmiön tarkoitusta kokonaisvaltaisesti (Salminen 2011). Tutkimuksen toteutustavaksi valittiin kartoittava kirjallisuuskatsaus ilmiön luonteen vuoksi. Ilmiötä on tutkittu vähän suomalaisen elintarvikeketjun kannalta, minkä vuoksi kartoittava kirjallisuuskatsaus (scoping review) on hyvin soveltuva lähestymistapa tuoda esiin lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuuksia ruoan tuotantoketjuissa.

Kartoittavan katsauksen päämääränä on tuottaa tutkimustietoa esim. tutkimuksen taustasta ja teemasta sekä tutkimusaineiston luotettavuudesta laajan tutkimusmateriaalin kautta (Mays ym. 2001). Kirjallisuuskatsaus on itsenäinen ja tieteellinen tutkimusmenetelmä, jonka avulla voidaan saada kokonaiskuva ilmiöistä ja arvioida teorian toimivuutta käytännössä (Kangasniemi ym. 2013). Kirjallisuuskatsauksen yhtenä tavoitteena on myös tutkia olemassa olevaa teoriapohjaa ja vahvistaa

sitä. Toiseksi kirjallisuuskatsauksen tehtävänä on antaa kokonaiskuva tietystä asiakokonaisuudesta ja auttaa tunnistamaan ilmiöön liittyviä ongelmia. Kirjallisuuskatsaus antaa kuvan teorian historiallisesta kehityksestä ja mahdollisuuden tarkastella ilmiötä poikkitieteellisesti (Salminen 2011.)

Luku kolme keskittyy laadulliseen tarkasteluun ja sen menetelmiin. Tutkimuksen tulosten analysointi esitetään luvussa neljä. Luvussa viisi tarkastellaan liiketaloudellisen mittarin avulla lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuutta ruoan tuotantoketjuissa. Mittarina toimii sinisen meren strategia, joka kuvaa kehitystä laaja-alaisesti tulevaisuuden odotuksiin nojaten. Käytetyt aineistot eivät rajoitu pelkästään kirjallisuuskatsaukseen, vaan tutkimuksessa etsitään myös taloustieteen alalta strategioita, jotka auttavat teorian tarkastelemista liiketaloudellisesti.

### **3.1 Kartoittavan tutkimuksen kulku**

Kartoittavassa kirjallisuuskatsauksessa tutkimuskysymys on strategian ydin, joka johtaa tutkimusta muihin prosesseihin (Arksey & O'Malley 2005). Tämä kartoittava tutkimus aloitettiin tutkimuskysymysten laatimisella, koska tutkimuskysymykset auttavat määrittelemään ilmiön laajuutta ja johdattelevat tutkimuksen etenemistä. Tämän takia tutkielman tutkimuskysymykset on selkeästi kuvattu omassa kappaleessaan työn tavoitteiden yhteydessä.

Kartoittavan kirjallisuuskatsauksen aineiston haku toteutettiin tieteellisten kriteereiden mukaan. Tutkimushaku suoritettiin joulukuussa 2019, minkä vuoksi aineisto koostuu kymmenen vuoden ajanjaksolta vuosien 2009-2019 ajalta. Tutkimusaineistoksi seulottiin hakutermien avulla aiheeseen osuvia tieteellisiä artikkeleita, jotka linkittyivät lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen tai sen soveltamiseen ruoan tuotantoketjuun. Tavoitteena oli löytää tutkimuskysymykseen vastaavia tutkimuksia, jotta saatiin alustavaa tietoa kirjallisuuden määrästä ja laadusta (Niela-Vilen ym. 2016). Tiedonhaku tehtiin Helsingin yliopiston Helka-tietokannassa ja osittain Google Scholarin hakukonetta käyttäen. Käytin Google Scholaria etsiessäni joitakin tarvittavia tieteellisiä artikkeleita tai raportteja, kuten FAO:n raportteja lohkoketjuteknologian käytöstä maataloudessa.

Kirjallisuuskatsauksessa valitaan käytettävät lähteet, kuten käytettävissä olevat tietokannat ja hakutermi sekä julkaisuajankohta (Salminen 2011). Tutkimusaineistoksi otetaan joko kirjoja tai kirjallisuutta, jotka liittyvät tutkimuskysymykseen (Kniivilä, Lindblom-Yläne & Mäntynen 2017).



Kirjallisuushaut tehtiin mm. seuraavista tietokannoista: Elsevier, Springer, Atlantispress, Emerald Insight, Wageningen, Environments MDPI, IEE ja FAO. Tehtyäni hakuja edellä mainituissa tietokannoissa sain tulokseksi hakusanoilla ”blockchain and agriculture x” 1385 lähdettä. Tarkensin hakusanaa muotoon ”application and supply chain”, jolloin sain 493 lähdettä. Sen jälkeen lisäsin hakukenttään julkaisuajaksi vuodet 2009-2019 ja vertaisarvioidut artikkelit (n=150). Kun laitoin kieleksi ”englanti” ja ”saattavilla vapaasti” (open access verkossa), sain hakutulokseksi 67 lähdettä. Hakutulosten määrä olisi näin kohtuullinen, jonka pohjalta lähdin tekemään kirjallisuustutkielmaani.

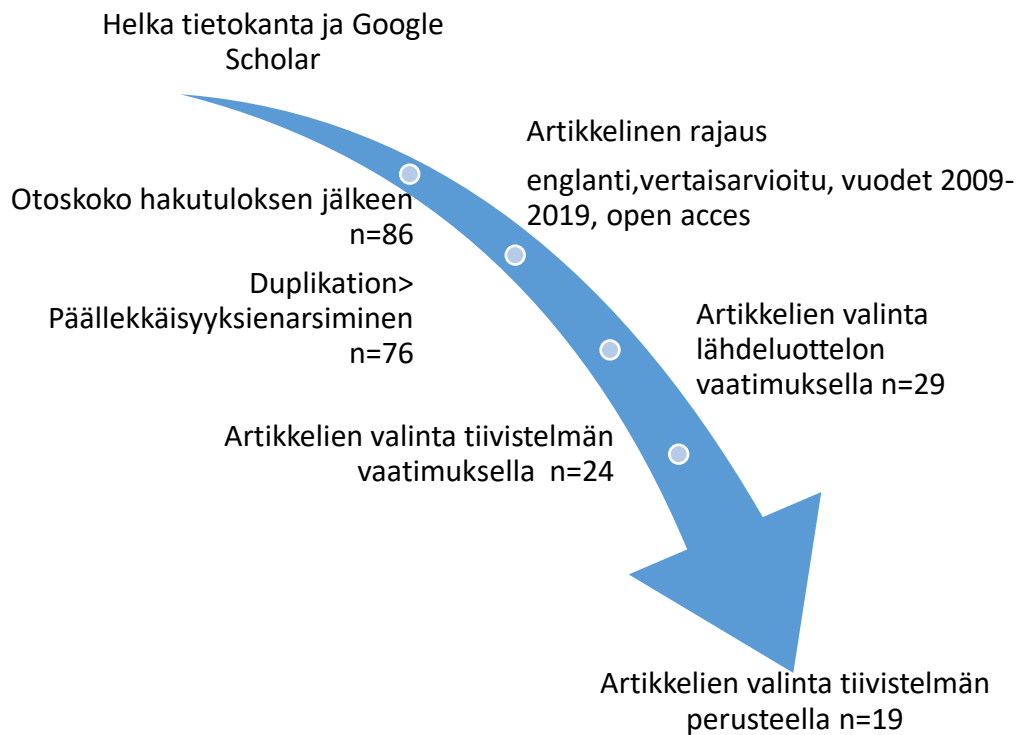
### 3.2 Tutkimusten määrittäminen

Tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi suoritettiin perusteellinen aineistohaku. Tutkimuskysymysten perusteella etsittiin sisällyttämisen- ja poissulkemiskriteerien pohjalta ehdot täyttäviä tieteellisiä artikkeleita. Tutkimuksen keskeiset käsitteet, kuten lohkoketjuteknologian hyödyntäminen elintarviketeollisuudessa, olivat sisällyttämiskriteerien lähtökohtana. Tutkimuksen tavoitteena oli johdonmukainen tieteellisten tekstien analyysi, jotka kuvaavat ilmiöitä maailmalla laajasti. Tutkimuksen aineiston tiedonhakukriteerit voidaan kuvata seuraavasti (taulukko 9).

Taulukko 9. Lähteiden sisällyttämisen- ja poissulkemiskriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulkemisen peruste
Tutkimusartikkelit ovat englanninkielisiä	Ei liity tutkimuskysymykseen
Julkaisuajaksi on 2009-2019	Maksulliset artikkelit
Tutkimus kohdistuu tutkimuskysymykseen	Tutkimus ei ole tieteellinen
Tutkimus on tieteellinen	Tutkimus ei ole vertaisarvioitu
Tutkimus on vertaisarvioitu	Tutkimus on kirjallisuuskatsaus
Ilmainen yliopiston tunnuksilla	Päällekkäisten tutkimusten poissulkeminen
Tekstistä löytyy molemmat hakusanat ”blockchain and agriculture”	

Hakuprosessin jälkeen seulottiin (n=67) artikkelien tiivistelmät läpi ja tarkistettiin, miten sopivia ne ovat tutkimuskysymykseen sisällyttämisen- tai poissulkemiskriteereiden perusteella. Tämän prosessin jälkeen artikkeleista tarkistettiin, löytyykö niistä keskenään kontekstin päällekkäisyys. Näiden toimien jälkeen artikkelien määrä väheni 67:stä 29:ään kappaleeseen, jotka luettiin sivu sivulta ja tarkistettiin, liittyvätkö ne tutkimuskysymykseen. Lopullinen valinta kohdistui 19 kansainväliseen tieteelliseen artikkeliin (ks. kuvio 10).



Kuvio 10. Lähteiden valinta ja tietokantahakujen perusteella.

### 3.3 Tutkimusaineiston sisällön analysointi

Tutkimusaineiston analysoinnin seuraava vaihe oli valittujen artikkeleiden sisällön analyysi. Artikkelit lajiteltiin aineistollisten avainasioiden ja teemojen mukaan (Arksey & O'Malley 2005). Katsauksen inventaarioon listattiin Arkseyn ja O'Malleyyn (2005) mukaan seuraavat asiat:

- Artikkelin otsikko
- Tekijä, julkaisuvuosi ja missä maassa julkaistu
- Tutkimuksen tavoite
- Tutkimuksen aineisto
- Tutkimuksen menetelmä
- Keskeiset tulokset
- Johtopäätökset

Tutkimukseen seulotuista tutkimuksista laadittiin taulukko (liite 1), joka on järjestetty lajiteltujen sisällönanalyysin teemojen mukaan (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009). Tutkimusaineisto asetettiin

taulukkomuotoon ja listattiin katsauksen artikkelit otsikon, tekijöiden, tutkimuksen tarkoituksen, menetelmän, missä tutkimus on julkaistu, ja päätulosten mukaan.

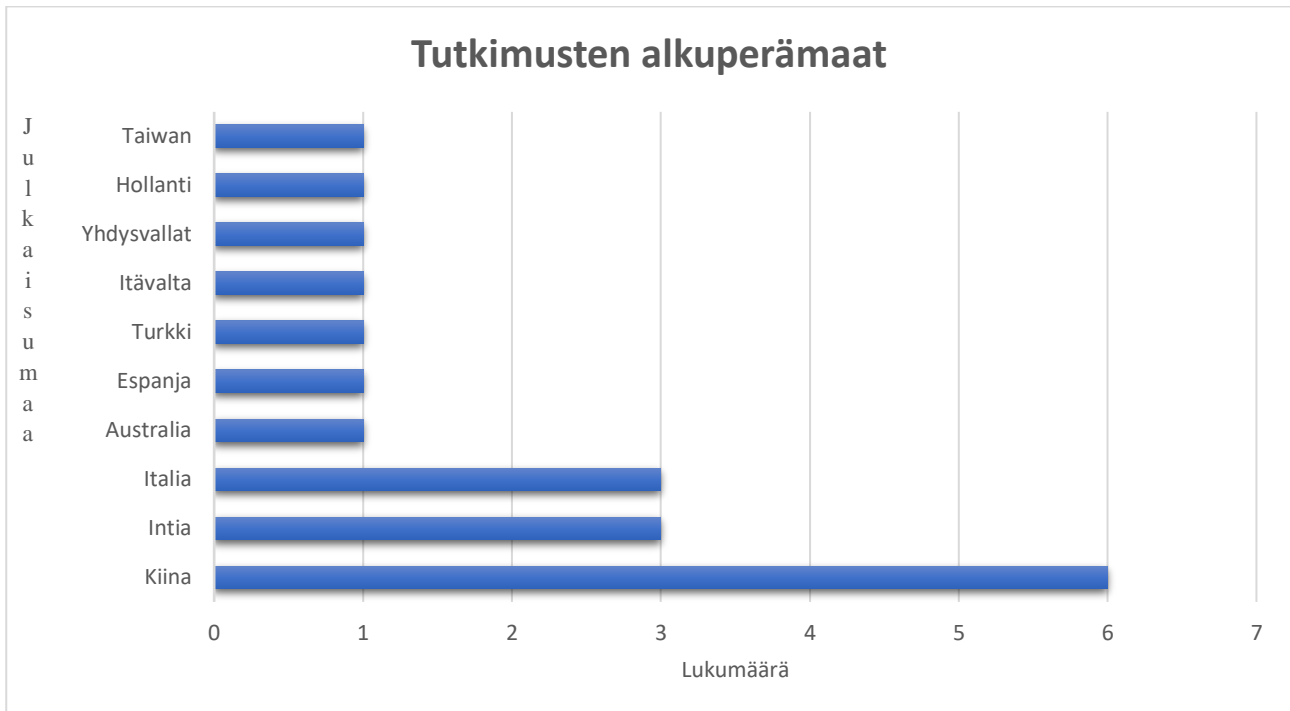
Tutkimuksen tulokset koostuvat 19 tutkimusartikkelista. Tutkimusartikkelien analysoinnissa painotettiin lohkoketjuteknologian myötä ruontuotannossa esille nousevia potentiaalisia teemoja. Tässä osiossa tuodaan tutkimustulosten avulla esiin lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia liittyen sen käyttöönottoon ja sellaisia puolia, jotka estävät sen käyttöä ruoan tuotantoketjussa. Analyysin tuloksia hyödyntäen pohdittiin, miten lohkoteknologiaa voisi hyödyntää ruoan tuotannossa, miten maailmalla on otettu LT käyttöön ja miten se soveltuu ruoantuotantoon.

### **3.4 Tutkimusaineiston kuvaus ja analysointi**

Tutkimuksen aineistosta muodostettiin tutkimusaineiston (liite 2). Kokoamalla keskeisiä asiasanoja yhteen muodostettiin tutkimusaineistosta kaksi keskeistä teemaa, jotka ovat lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuudet ja sen käyttöön oton esteet.

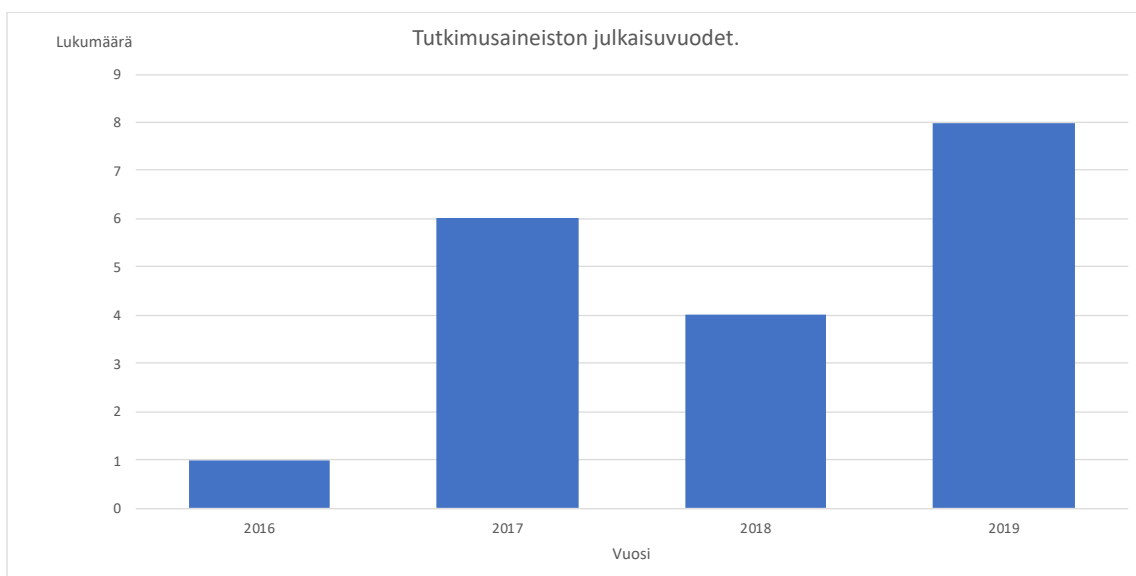
Tutkimuksen lähteiksi valikoitui artikkeleita, jotka linkittyivät lohkoketjuteknologiaan ja ruoantuotantoon. Osa tutkimuksista oli laadullisia perustaltaan, mutta niidenkin analyysissä oli käytetty tilastollisia menetelmiä. Analysoinnin tulokset pelkistettiin ja liitettiin teemojen mukaan vastaamaan tutkimuskysymykseen.

Kartoittavan tutkimuksen aineisto käsitti tutkimuksia, jotka on julkaistu vuosien 2009-2019 aikana. Kaikki kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit on kuitenkin julkaistu vuosien 2016-2019 aikana. Julkaisuvuosista on havaittavissa, että lohkoketjuteknologian potentiaali maataloudessa on huomattu vasta viime vuosina ja sitä mukaa tutkimusjulkaisujen määrä on kasvanut maailmalla. Eniten on julkaistu kiinalaisia tutkimuksia. Tutkimukseen seulotuista artikkeleista kuusi on Kiinasta. Tutkimusaineiston kohdemaat kuvataan kuviossa 11.



Kuvio 11. Tutkimusten alkuperämaat.

Valtaosa tutkimusartikkeleista on julkaistu 2016 jälkeen. Tämä kertoo, että kiinnostus lohkoketeknologiaan on kasvanut sen jälkeen, kun se otettiin käyttöön finanssisektorilla (Kamalis ym. 2019). Kiinnostus aiheen tutkimusta kohtaan on kasvanut teknologian potentiaalin takia. Kuvio 12 havainnollistaa tutkimusten julkaisuvuodet.



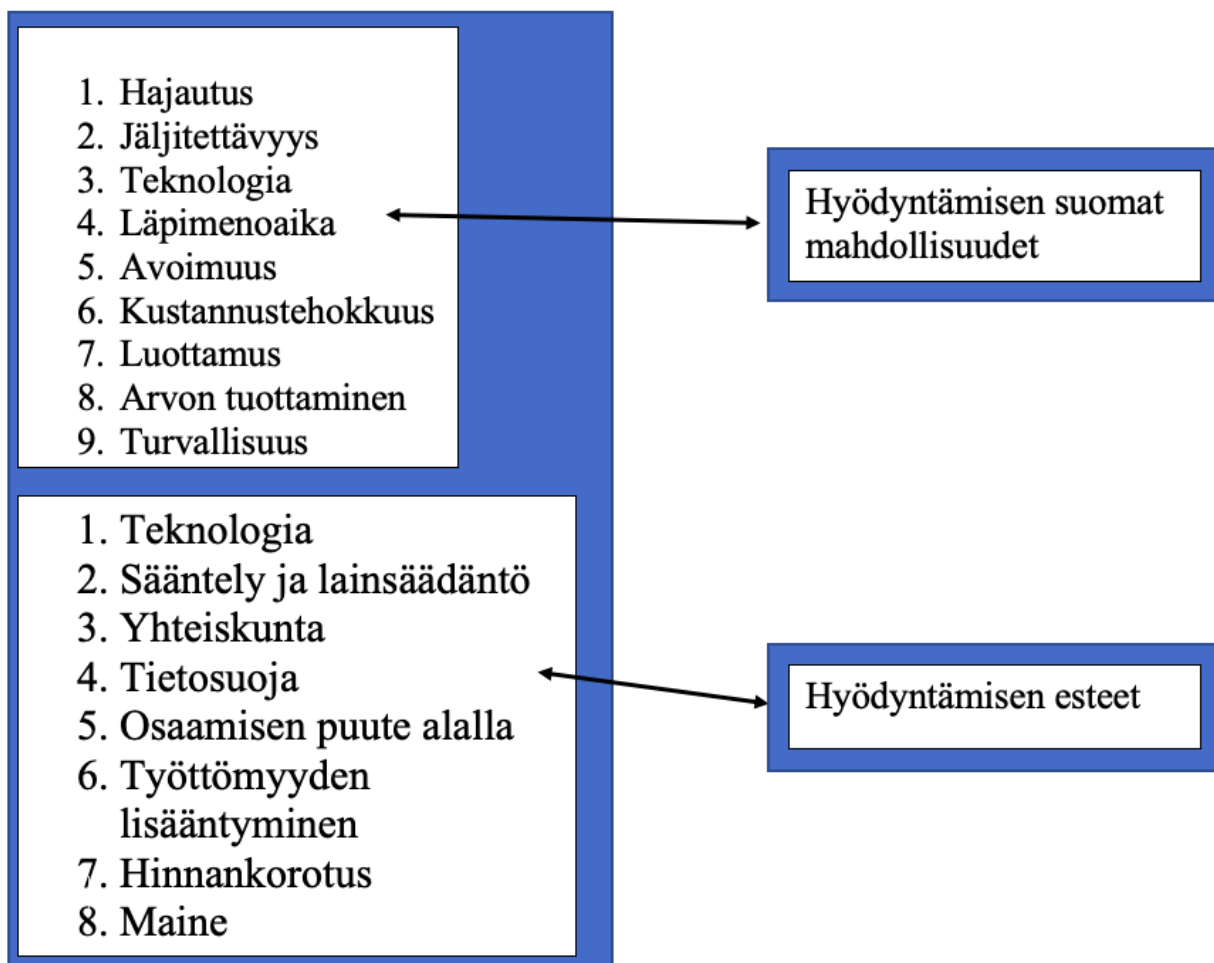
Kuvio 12. Tutkimusten julkaisuvuodet.

## 4 Tutkimustulokset

Tässä kappaleessa käydään tutkimustuloksia läpi kahden teeman kautta. Ensimmäisessä alaluvussa käydään läpi LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksia. Näiden avulla pystytään arvioimaan ilmiön hyödyntämisen tuomia mahdollisuuksia Suomen ruoan tuotantoketjussa. Toisessa teemassa käydään läpi lohkoketjuteknologian haasteita ja esteitä sen hyödyntämisessä.

### 4.1 Tutkimusten teemat

Tutkimuksen teoriaosan ja asiasanojen pohjalta muodostettiin teemoja, jotka johdattelevat tutkimuskysymyksen vastauksiin. Teemojen avulla muodostettiin aineistosta kaksi keskeistä pääteemaa ja alateemoja, jotka avaavat LT:n taustaa laajemmin. Tieteelliset tutkimukset käsittelivät kaikki samoja teemoja, jotka liittyivät LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksiin ja esteisiin. Analyysin pohjalta koottiin tutkimuksista kontekstia johtamaan tutkimuksen kulkua. Kuvio 13 kuvaa teemojen muodostamista kartoitettujen artikkeleiden pohjalta.



Kuvio 13. Läpikäytyjen tutkimusten teemat.

## 4.2 Lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuudet

### 4.2.1 Hajautus

Lin ym. (2017) tutkimuksen pohjalta maatalousympäristöön suunniteltu lohkoketjuteknologian hajautettu järjestelmä antaa mahdollisuuden rakentaa luottamusta ja turvata maatalouden kestäväää kehitystä avoimella tiedoilla ja viestinnällä (Lin ym. 2017). LT:n on todettu eroavan muista teknologioista hajautetun järjestelmän suomien mahdollisuuksien perusteella, jotka mahdollistavat uutta liiketoimintaa kahden toimijan välillä (Tian 2016)). Monet yhteiskunnat ovat perustuneet autotaariseen järjestelmään, jossa tieto on keskitetty ja tämä näkyy selvästi ruoantuotannossa. Keskitetyn järjestelmän ylläpitäminen on kallista pitkällä aikavälillä, kun datan määrä kasvaa ja jokainen toimitusketjun yritys säilyttää tuotteen ja asiakkaiden tietoja omissa palvelimissa, jolloin tietoturvariskit myös kasvavat. Datan määrä kasvaa keskitetyssä järjestelmässä, koska jokaisella on omat ydindatansa omissa palvelimissaan (Hua ym. 2018, Caro ym.2018). Näiden avulla LT:lla on kilpailuetu, kun se poistaa kolmannen osapuolen osallistumisen matemaattisen laskennan avulla. Tämä vähentää finanssitalouden kustannuksia 20 miljardia dollaria vuodessa sääntely- ja rajanylittävissä maksuissa globaalisti (Fanning & Centers 2016).

Kamalis ym. (2019) toivat tutkimuksessaan esille, että LT:lla on potentiaalia mullistaa sosiaalista ja ympäristöä koskevaa vastuuta, parantaa alkuperätietojen luotettavuutta, helpottaa luottojen myöntämistä ja rahoitusta, alentaa transaktiomaksuja ja helpottaa toimitusketjun tapahtumien reaaliaikaista seuraamista turvallisella ja luotettavalla tavalla (Kamilaris ym. 2019). Lohkoketjuteknologia ei ole pelkästään teknologia, joka vie kehitystä eteenpäin, vaan se mullistaa elämäntapojamme ja toimintaamme (Lucena ym. 2018). Instituutiot ovat toimineet luottamuksen portinvartijana kaupankäynnissä, yhteiskunnan ylläpitämisessä ja turvaamisessa. Nämä kaikki voidaan hoitaa lohkoketjuteknologian konsensusprotokollan avulla tehokkaasti (Hua ym. 2018). Ruoan tuotantoketjussa on lukuisia ongelmia, jotka koskettavat tehokkuutta ja avoimuutta ja nämä aiheuttavat jatkuvasti uhkia viljelijöille ja kuluttajille. Yksi ongelmista on tietokatko alkutuotannon ja kuluttajien välillä, koska lukuisien yritysten osallistuminen tuotantoketjuun aiheuttaa tehokkuustappiota. Tietokatkot aiheuttavat epäsymmetrisiä eroavaisuuksia ketjussa, kuten tietojen eroja, epäjohdonmukaisuuksia, yhteen toimivuuden puutetta ja tuotteiden jäljitettävyyden vaikeuksia. Tämä aiheuttaa toimitusketjun läpinäkyvyyden puutetta (Kamble ym. 2019).

Gen ym. (2017) tutkimuksen mukaan keskitetyssä järjestelmässä luotetut kolmannet osapuolet tarkastavat, että data täyttää turvallisuuskriteerit, koska tiedot tallennetaan joko paperille tai keskitettyyn tietokantaan. Näiden lähestymistapojen tiedetään kärsivän tietoturvaongelmista, kuten paperipohjaisten prosessien tarkistamisen korkeista kustannuksista, tehottomuudesta sekä petoksista, korruptiosta ja virheistä sekä paperilla että it-järjestelmissä. Keskitetyn toimitusketjun haasteena on tuottaa informaatiota esim. kuluttajien luottamuksesta, hyödykkeen luotettavuudesta, toimitusketjun läpinäkyvyydestä, tuotteiden laadusta, ympäristövaikutuksista, logistiikkaratkaisusta, kuluttajilta kertyvästä datasta, elintarviketurvallisuudesta ja petosten havaitsemisesta. Kuluttajat ovat yhä tietoisempia ja huolestuneempia elintarvikkeiden turvallisuudesta ja ympäristön kestävyyydestä ja vaativat enemmän tietoja myös elintarvikeketjuista.

Lucenan ym. (2018) tutkimus selvitti lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuuksia ja he tulivat siihen johtopäätökseen, että lohkoketjuteknologiaa voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin liiketoiminnassa, politiikassa ja yhteiskunnassa. Sen kilpailuetu perustuu konsensusprotokollateknologiaan, joka eliminoi instituution roolia valvoa luottamuksen luomista ja ylläpitämistä (Tian 2016, Lucena ym. 2018). Samalla teknologia luo matemaattisella laskennalla salauksen lohkoketjun avaimelle, jossa toteutetaan transaktio. Osapuolten kesken säästyy aikaa ja rahaa, kun ei tarvitse käydä sopimuksia läpi. Uusi toimintapa luo uusia markkinoita ja uusia liiketoimintakonsepteja tulevaisuudessa (Lucena ym. 2018).

#### **4.2.2 Jäljitettävyys**

LT:n avulla seurantatiedot kirjoitetaan lohkoon, jolloin tietojen turvallisuus on taattu ja ruoan jäljitettävyys varmistettu (Xie, Sun & Luo 2017) Samalla teknologia on riittävän tehokas ruoan seurantaohjelmaksi. Sovellus saavuttaa tehokkuuden, jolla voidaan kilpailla keskitetyn järjestelmän sovelluksista. Lin ym. (2017) tutkimukset osoittivat, että LT:n avulla pystytään varmistamaan tietojen muuttumattomuus ja jäljittämään tuote kokonaan paikkatietoisesti ja ajallisesti kuluttajalle asti

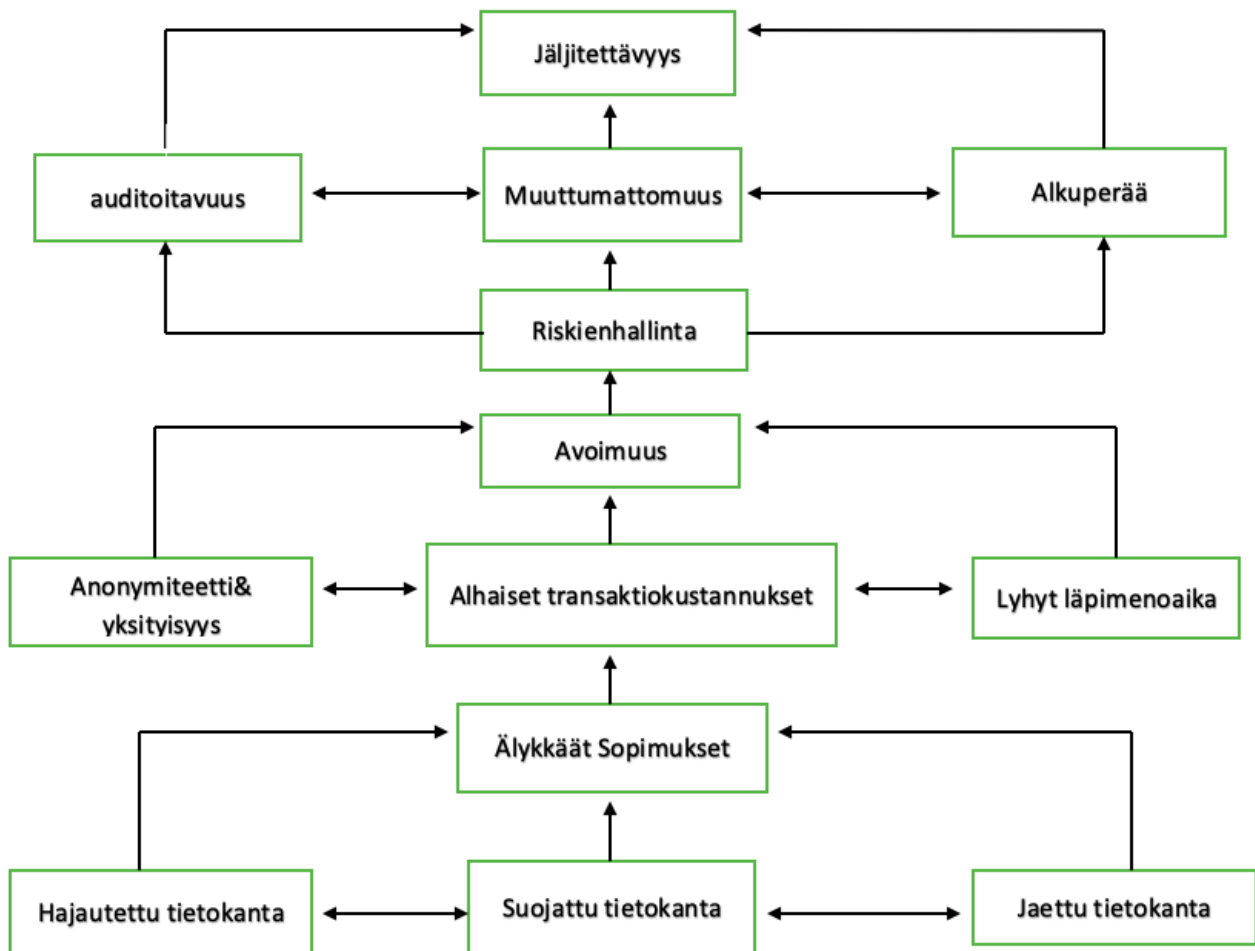
Lohkoketjuteknologia lisää ruoan tuotantoketjussa avoimuutta, jäljitettävyyttä, turvallisuutta ja palauttaa siten kuluttajien luottamusta hyödykkeisiin: kuluttajien usko hyödykkeiden jäljitettävyyden takaavaan dataan on arvoa luova konteksti. Tuotteen eettisyys on kuluttajien arvovalintoihin liittyvä prosessi, joka määrittää hyödykkeiden painoarvoa ostotilanteessa. Näiden seurauksena tuotteiden tuottaminen ei ole pelkkä menekkien määrittäjä, vaan kuluttajille on tärkeää, että tuote on turvallinen ja laadukas. Myös avoimuus tuotetta kohtaan lisää kysyntää markkinoilla (Tian 2016).

Kamalis ym. (2019) toivat esiin, että LT mahdollistaa eläin- ja kasvitautien puhkeamisen jäljittämisen ja auttaa hallitsemaan tuotteita tehokkaammin. Lisäksi teknologian tarjoama avoimuus voisi helpottaa kaupan perustuvien järjestelmien kehittämistä ja parantaa niiden luotettavuutta, vastuullisuutta ja sitoutumista (Kamilaris ym. 2019). LT:n hyödyntämisen maataloudessa ja ruoan tuotantoketjuissa ennustetaan kasvavan nopeasti lähes 50 prosentin kasvuvauhdilla saavuttaen noin 430 miljoonaa vuoteen 2023 mennessä, kun vuonna 2018 arvioitu arvo oli hieman yli 60 miljoonaa euroa (FAO 2019a). LT:n hyödyntäminen ruoan jäljitettävyydessä on tuottanut merkittäviä hävikin vähennyksiä havaitsemalla ennakkoon elintarvikkeiden turvallisuusriskejä kuten elintarvikkeen väärän säilytyslämpötilan, jolloin varhainen tehokas reaktio vähentää kustannuksia (Leng ym. 2018). Yrityksille LT tuo kilpailuetua, kun kuluttajat saavat informaatiota hyödykkeen alkuperästä ostopäätösten teossa (FAO 2019a).

Kamlen ym. (2019) tutkimuksessa jäljitettävyyys on avaintekijä LT:n käyttöönotossa ja hyödyntämisessä (Kamble ym. 2019). Katso kuviota 14, joka hahmottaa jäljitettävyyden merkitystä ruoan tuotantoketjuissa.

LT antaa arvokasta tietoa maataloustuotteiden viljelystä, tuotannosta ja kuljetuksista,, jotka voidaan kirjata muuttumattomasti (Tian 2016, Lucena ym. 2018). Tietojen kirjaaminen antaa arvokasta dataa, joka voidaan liittää digitaaliseen omaisuuteen (hyödykkeeseen). Digitaalista omaisuutta voidaan liikuttaa toimitusketjujen osapuolten kesken ja luoda luottamusta kuluttajille hyödykkeen aitoudesta ja turvallisuudesta (FAO 2019b). Tämä on keskeinen tekijä maatalouden ja elintarvikkeiden toimitusketjuissa, joissa on mukana lukuisia toimijoita raaka-aineiden tuotannosta markettien hyllylle asti (Kamilaris ym. 2019).





Kuvio 14. Jäljitettävyyden merkitys ruoan tuotantoketjussa (Kamble, Gunasekaran & Sharma 2020).

#### 4.2.3 Teknologia

Leng ym. (2018) rakensivat tutkimuksessaan LT:stä kaksinkertaiseen ketjuun nojaavan lohkoketjun, jolla he todistivat, että sillä olisi kolme etua maatalouden liiketoiminnassa. Ensimmäinen etu olisi, että kaikki voivat tarkastella solmun ketjua ilman, että toimijat saisivat tietää yrityksen yksityisiä tietoja, jotka eivät ole tarpeen takaamaan aitoutta, eheyttä ja estämään peukalointia. Tämä varmistaa myös käyttäjätietojen yksityisyyden. Toiseksi kaksiketjuisesta lohkoketjusta voidaan ohjata yritystietoja ja liiketapahtumia ja vähentää tarpeetonta määrää tallennettujen tietojen käsittelyä, mikä parantaa verkon siirto- ja konsensusnopeutta. Kolmanneksi toimintatapa mahdollistaa liiketoiminnan laajentamisen eri alustojen välillä.

Lohkoketjuteknologian innovaatio kätkeytyy lohkoketjun muuttumattomuuteen tai peruuttamattomuuteen, jonka kryptografinen suojausjärjestelmä takaa (Türegün 2019, Tian 2016). Kerran järjestelmään syötettyä tietoa ei voida väärentää ja tämä tekee siitä ainutlaatuisen teknologian, joka pystyy takaamaan ruoan tuotantoketjun toimivuutta. Järjestelmää ei voida väärentää, mikä luo uskottavuutta tuotantoketjun avoimuudesta. Luottamus on arvokasta markkinoilla, sillä se madaltaa kynnystä ostaa tuotetta ja siitä kautta auttaa rakentamaan asiakkaan kanssa pitkäkestoisia suhteita (Papa 2017).

Lohkoketjuteknologian kilpailukyky ja kustannustehokkuus kasvaa kolmen seuraavan lainalaisuuden myötä. Mooren lain mukaan tiedonkäsittelyyn kuluva aika puolittuu 18 kuukauden välein. Toinen laki, joka vaikuttaa tietojen käsittelyyn, on Kryderin laki, jonka mukaan tiedon varastointimäärä kaksinkertaistuu joka vuosi. Kolmannen eli Nielsenin lain mukaan kaistaleveys kaksinkertaistuu joka toinen vuosi (Yuan ym. 2019)

Shyamala ja hänen tutkijaryhmänsä kartoittivat LT- tekniikan keskeisiä ominaisuuksia yksityiskohtaisesti. Tutkijat suunnittelivat maataloutta ajatellen älykästä sovellusta, joka parantaa turvallisuutta ja tietojen läpinäkyvyyttä ketjussa (Shyamala ym. 2019). Lengin ym. (2018) tutkimustulokset osoittivat, että kaksinkertaisen ketjun lohkoketjuteknologian avulla pystyttiin saavuttamaan keskitetyn järjestelmän skaalattavuutta ja parantamaan samalla vaihdantatietojen avoimuutta ja turvallisuutta sekä yksityisyyttä merkittävästi.

#### **4.2.4 Läpimenoaika**

Lohkoketjuteknologialla on myös kyky parantaa reaaliaikaisesti hyödykkeiden jäljitettävyyttä, mikä puolestaan vaikuttaa elintarvikkeiden turvallisuuteen, laatuun, ja kestävyyteen (Kamble ym. 2019). LT:hen perustuvalla alustalla toimitusketjun hallinta voi lyhentää tuotteen läpimenoaika ketjussa, vähentää kustannuksia ja vastata kysyntään reaaliaikaisen datan avulla (Yuan ym. 2019).

#### **4.2.5 Avoimuus**

Lohkoketjuteknologiaan perustuvalla ruoan tuotantoketjulla voidaan vähentää epäsymmetriaa toimitusketjun osien välillä, kun tieto kulkee reaaliaikaisesti koko järjestelmässä (Papa 2017). LT tarjoaa samalla monia etuja kuten turvallisen, hajautetun tavan suorittaa liiketoimia myös ei-luotettujen tahojen kesken (Kamilaris ym. 2019). LT:n hyödyntäminen lisää läpinäkyvyyttä ja avoimuutta poistamalla luottamukseen liittyvät esteet: Toimitusketju- ja logistiikkaorganisaatioiden kriittisiä tekijöitä ovat toiminnan avoimuus ja luotettavan tiedon puute ketjussa. LT:n käyttöönotossa

hyödyt, esim. sidosryhmien laajempi osallistuminen, lyhentyneet läpimenoajat ja pienemmät transaktiokustannukset konkretisoituvat, mikä lisää tehokkuutta ketjussa (Kamble ym. 2019).

#### **4.2.6 Kustannustehokkuus**

Kamalis tutkimuksessa (2019) älykkäiden sopimusten toteutus vähentää välittäjien määrää, mikä laskee kustannuksia ja transaktiiviivettä, mikä nostaa lopulta toimitusketjun tehokkuutta (Kamble ym. 2019). Lin ym. (2017) toivat tutkimuksessaan esille, että nykyinen keskitetty järjestelmä ei pysty tarjoamaan tuotantoketjussa yhtä aikaa kuluttajille tietoja ja turvallisuutta (Lin ym. 2017). Lohkoteknologia pystyy tarjoamaan kustannustehokkuutta ketjussa, kun kaikki ketjussa toimivat yritykset pystyvät jakamaan tietoja ja luomaan tehokkuutta saman aikaan (Antonucci ym. 2019). Tämä synnyttää uusia tapoja toimia ketjussa, jossa jokaisen luottamus kasvaa tuotantoketjussa ja tietous lisääntyy arvon luomisessa. Arvoa voi luoda ketjun alkutuotannosta aina vähittäiskauppaan asti ennen kuin kuluttaja on saanut tuotteen. Arvo ei ole pelkkä hyödyke, vaan siihen kytkeytyvä data. Datan pitäisi olla hajautettuna, jotta riski vuotaa asiakkaiden tietoja esim. kyberhyökkäyksen takia ei kasva yrityksen kannalta liian suureksi. Tulevaisuudessa kyberhyökkäysten määrä kasvaa ja keskitetyssä järjestelmässä on iso riski menettää asiakkaiden tietoja verkkoon. Tämä luo epäluottamusta keskitettyä järjestelmää kohtaan (Antonucci ym. 2019).

#### **4.2.7 Luottamus**

Maatalousympäristöön suunniteltu lohkoketjuteknologian hajautettu järjestelmä antaa mahdollisuuden rakentaa luottamusta ja turvata kestäväää maatalouden kehitystä avoimella tiedolla ja tieto- ja viestintäosasilla (Lin ym. 2017, FAO 2019a). Lohkoketjuteknologian hyöty tulee esille, kun tieto on avointa kaikille osapuolille ja asymmetria ja epätasa-arvo häviää (Lucena ym. 2018). Lohkoketjuteknologialla on isot mahdollisuudet poistaa välikäsiä maailmantaloudesta, jolloin tuottavuus ja tehokkuus kasvavat (Lucena ym. 2018). Tuotanto, joka on sidottu ihmisen toteuttamaan tarkistamiseen ja varmistamiseen, vähenee, kun LT otetaan käyttöön. Lohkoketjuteknologia säästää aikaa ja rahaa, kun asioita ei tarvitse tehdä yhä uudestaan (Lucena ym. 2018). Lohkoketjuteknologian ekosysteemi tarjoa kaikille osapuolille reaaliaikaista tietoa tuotteesta, jolloin läpimenoaika vähenee ja kuluttajien arvo-odotukset kasvaa.

#### **4.2.8 Arvon tuottaminen**

Ruoan tuotantoketjun tarkoituksena on tuottaa arvoa ja kilpailuetua tekemällä yhteistyötä koko tuotantoketjussa. Tuotantoketju saattaa yhteen alkutuottajien prosesseja ja markkinoiden asiantuntijoita, vähittäiskauppoja, jälleenmyyjiä, tukkukauppoja ja tukiryhmiä. Arvoketju on

strateginen kumppanuus keskenään kytköksissä olevien yritysten välillä. Yritykset luovat arvoa tuotantoketjussa ylläpitämällä yhteistyötä asteittaisen lisäarvon tuottamiseksi loppukäyttäjälle. Yhteistyö antaa markkinoilla kilpailuetua, kun hyödyke on monien eri yritysten tuottama. Tämä merkitsee kollektiivista arvoa kaikille toimitusketjussa (Papa 2017). LT:llä on suuri potentiaali lisätä ja tuottaa arvoa elintarvikeyritysten toimintaan. FAOn (2019b) raportissa LT ekosysteemi lisää luottamusta toimijoiden kesken ja helpottaa tietojen jakamista koko toimitusketjun sisällä ja laskee merkittävästi maatalouden transaktiokustannuksia (FAO 2019b). Etelä-Koreassa vuonna 2015 tehty kuluttajatutkimus tukee LT:n käyttöä. Tutkimus osoitti, että LT:n jäljitetty järjestelmä tuotti enemmän myyntiä ja lisäsi luottamusta brändiin ja tuotteeseen sitoutumista (FAO 2019b). Samalla LT poistaa keskittämistä, jolloin tehokkuus kasvaa, kun toimitusketjun data on läpinäkyvä ja muuttumaton ja parantaa nykyistä taloudellista hallintotapaa (Lucena ym. 2018).

#### **4.2.9 Turvallisuus**

LT antaa arvokasta tietoa maataloushyödykkeiden viljelystä. Tietoja tuotannosta ja kuljetuksista voidaan kirjata muuttumattomasti (Tian 2016, Lucena ym. 2018). Tietojen kirjaaminen antaa arvokasta dataa, joka voidaan liittää digitaaliseen omaisuuteen (hyödykkeeseen). Digitaalista omaisuutta voidaan liikuttaa toimitusketjujen osapuolten keskuudessa ja luoda luottamusta kuluttajille hyödykkeen aitoudesta ja turvallisuudesta (FAO 2019b). Tämä on keskeinen tekijä maataloudessa ja elintarvikkeiden toimitusketjuissa, joissa on mukana lukuisia toimijoita raaka-aineiden tuotannosta markettien hyllylle asti (Kamilaris ym. 2019).

### **4.3 Lohkoketjuteknologian hyödyntämisen haasteita**

Tässä osiossa tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen yhteydessä esiin tulleita haasteita tai esteitä LT:n hyödyntämisessä. LT on melko uusi teknologia. Ensimmäisen kerran se esiteltiin Bitcoin-virtuaalivaluutan yhteydessä vuonna 2009. Tämän takia teknologian hyödyntämisessä on vielä kehitettävää ja sen käyttömahdollisuuksien laajamittaisessa soveltamisessa on esteitä. Ne liittyvät itse teknologiaan ja sitä koskevaan sääntelyyn.

#### **4.3.1 Teknologia**

Julkisten järjestelmien skaalautuvuus on edelleen perustavanlaatuinen ongelma lohkoketjuverkon konsensuksen protokollassa (Xie ym. 2017). Stä ei ole vielä ole ratkaistu, koska transaktioiden käsittelynopeudet rajoittuvat lohkokoon ja lohkovälin mukaan. Transaktion käsittely osapuolten päivittyvissä tilikirjoissa voi kestää useista minuuteista jopa tunteihin. Tämä aiheuttaa

tehottomuustappiota verrattuna keskitettyihin järjestelmiin (Kamilaris ym.2019). Skaalautuvuuden rahallinen merkitys on suuri, sillä toistaiseksi perinteiset sovellukset, kuten Visa-verkko, kykenevät käsittelemään 50 000 tps, mikä on paljon suurempi nopeus kuin julkisella lohkoketjuteknologialla toimivalla Bitcoinilla (FAO 2019b).

Lohkoketjuteknologia on tällä hetkellä hitaampaa kuin keskitettyjen tietokantojen käyttö kolmesta syystä: turvallisuuden, läpinäkyvyyden ja suoritettavien tapahtumien kohdalla. Näihin tarvitaan salaustarkistusta, konsensusmekanismia ja redundanssiaikaa. Lohkoketjuteknologiapohjaiset toteutukset kärsivät huonosta infrastruktuurista tai yhteen sopivuudesta perinteisten prosessien kanssa. Teknologian käyttöönotto lisää yleiskustannuksia muiden prosessien kanssa eikä tuota mitään konkreettista hyötyä (FAO 2019b). Edellä mainittujen lisäksi LT:n käyttöön oton suurin este on, että toiminnasta voi tulla monimutkaista, kun lohkoketjuteknologiaan integroidaan lisää komponentteja, kuten IoT, RFID, anturit ja mittalaitteet, robotit, biometrinen data ja big data (Kamilaris ym. 2019). Näiden seurauksena ketjussa toimivien kauppakumppaneiden yhteen saattaminen toimitusketjuverkoston avulla on vaikea tehtävä (Kamble ym. 2019).

#### **4.3.2 Sääntely ja lainsäädäntö**

Fielken ym. (2019) mukaan digitalisaation sääntely aiheuttaa epävarmuutta elintarvikeasteollisuuden, tutkimuksen ja muiden sidosryhmien keskuudessa. Teollisuuden, tutkimuksen ja sidosryhmien olisi yhdessä osallistuttava keskusteluun maatalouden innovaatiojärjestelmien vaikutuksista. Vuoropuhelu lisääisi tietoisuutta ja lieventäisi riskejä sekä lisääisi joustavuutta siirtymisessä uuteen teknologiaan (Fielke ym. 2019). Poliittiseen sääntelyyn liittyy riskejä, koska päättäjien tietämystä LT:sta on toistaiseksi vähäistä, minkä vuoksi sääntelypolitiikka on vasta muotoutumassa. Samalla kryptovaluuttoihin liittyvät ongelmat ovat aiheuttaneet negatiivista mainetta ja lisänneet alan sääntelyn tarvetta (FAO 2019b). Säädökset vaihtelevat eri maissa, mikä niin ikään aiheuttaa ongelmia kansainvälisessä toimintaympäristössä (FAO 2019b). Näiden seurauksena LT:llä on alkuvaiheessa lukuisia teknisiä haasteita esim. sääntelyyn, infrastruktuuriin ja institutionaalisiin esteisiin liittyen (Kamble ym. 2019).

### **4.3.3 Yhteiskunta**

Kamalisin ym. (2019) toteavat, että LT on uusia teknologia eikä sen pitkän aikavälin vaikutuksista esim. hallintoon, taloudelliseen kestävyyteen ja yhteiskunnallisiin näkökohtiin ole kattavia tutkimuksia. LT:tä pitäisi arvioida tarkemmin, koska suuri avoimuus ja lohkoketjuihin tallennettujen tietojen muuttumattomuus saattavat aiheuttaa uusia haasteita toimitusketjun suorituskyvyn kannalta. Tietojen pysyvä näkyvyys voi johtaa tietosuojongelmiin ja lopulta vahvistaa erilaisten keskitettyjen tahojen valvontaa. Toisaalta suuret yritykset voivat käyttää valta-asemaansa luodakseen yksityisiä ja luvanvaraisia lohkoketjuja, jotka johtavat oligopoliseen markkinoiden hallintaan (Kamilaris ym. 2019)

### **4.3.4 Tietosuoja**

FAOn (2019b) raportissa LT:lle haasteita aiheuttaa Euroopassa tietosuoja. Euroopassa yksityisyyden suoja on suurin haaste LT:ssä, koska Euroopan yleinen tietosuoja-asetus GDPR herättää turvallisuushuolia yksityishenkilöiden tietojen käytöstä. Käyttäjällä on oikeus pyytää, että hänen tietojensa ei käsitellä ja että ne poistetaan järjestelmästä. Tämä tuottaa ongelmia julkisessa ympäristössä toimiville LT:lle, koska tietojen poistaminen on vaikeaa.

### **4.3.5 Osaamisen puute alalla**

Teknologian sovellusten käyttöönotossa ja kehittämisessä on pulaa osaajista. Myös koulutusalueet ovat rajallisia kehittäjille (Kamilaris ym. 2019). Tämän vuoksi akateemisilla ja käytännön aloilla on havaittavissa vähän toimitusketjujen LT sovelluksia. LT soveltaminen toimitusketjussa ei ole yleistynyt niin, että teknologia olisi vakiintunut (Yuan ym. 2019).

### **4.3.6 Työttömyyden lisääntyminen**

Kamalaris ym. (2019) toteavat, että teknologian käyttöönotto mahdollisesti lisää työttömyyttä. LT automatisoi toimitusketjuja ja saattaa vähentää merkittävästi ihmisen puuttumista toimintaan, minkä seurauksena monet ammattitaitoa vaativat työpaikat voivat olla uhattuina.

### **4.3.7 Hinnankorotus**

Kamalaris ym. (2019) tuovat esille, että LT:n käytöstä voi seurata myös hintojen nousua. Elintarvikkeet, jotka käyttävät LT:n laatuparametrejä kuten avoimuus, läpinäkyvyys ja jäljitettävyyys, voivat ainakin aluksi olla kalliimpia kuin tavanomaiset tuotteet, joilla näitä laatuominaisuuksia ei ole.

#### 4.3.8 Maine

LT on uusi teknologia ja haasteita aiheuttaa kryptovaluuttojen maine. Kryptovaluuttojen volatiliteetti heikentää luottamusta kryptovaluuttojen taustalla olevaa lohkoketjuteknologiaa kohtaan, mikä vaikuttaa sen käyttööntoon muissa sovelluksissa. Kryptovaluutoille tarvitaan jonkinlaista sääntelyä ennen kuin LT:tä voidaan käyttää elintarvikeketjuissa kokonaisratkaisuna. Toinen riski liittyy varojen menettämiseen: Jos tilin omistaja menettää vahingossa yksityiset avaimet, joita tarvitaan omaisuuden tai sopimusten hallintaan, tämä voi johtaa suuriin menetyksiin (Kamilaris ym. 2019).

## 5 Lohkoketjut sinisen meren strategian lähtökohtana

Tässä luvussa tarkastellaan lohkoketjuteknologian toteuttamista Sinisen meren strategian avulla. Kappale alkaa Sinisen meren strategian teoriasta, jonka esittelen lyhyesti. Sen jälkeen tarkastelemme strategian avulla lohkoketjuteknologian kykyä luoda markkinoita. Sinisen meren strategia on W. Chah Kimin ja Renée Mauborgnen kehittämä strategian viitekehys, joka on mullistanut johtamista 2000-luvulla (Viitala & Jylhä 2019). Sinisen meren strategian pääpaino on keskittää yritystä kilpailun sijasta luomaan uusia markkinoita, joilla kilpailu menettää merkityksensä. Sinisen meren strategia tarkastelee markkinoita uudella tavalla verrattuna niin kutsutun punaisen meren strategiaan, jonka opit pohjautuvat sodan strategian mukaiseen kilpailuasetelmaan.

### 5.1 Sinisen meren strategia

Kilpailuun keskittyminen yrityksen strategiassa vie voimavaroja, mikä johtaa kilpailukykyisten yritysten nujertumiseen markkinoilta, jolloin yritykset ajautuvat ns. punaiselle merelle. Kilpailu syö voimavaroja, joita yrityksillä on rajallisesti. Sen sijaan että yritys panostaisi esimerkiksi oman luovuutensa ja tuotteensa/tuotteidensa arvon kehittämiseen, kilpailijoiden tarkkailemiseen ja arvioimiseen ja liiallinen keskittyminen heidän strategiaansa vastaamiseen kuluttaa mm. oman yrityksen työntekijöitä, pääomaa ja aikaa. Toiminnalle tarvitaan oikeanlainen strateginen suunta määrittämään menestymistä markkinoilla ja strategian käyttööntoon puitteet synnyttämään uusia markkinoita ja uutta tarjontaa. Yritys huomaa, että pelkkään kilpailuun keskittyminen ei johda toivottuihin tavoitteisiin tuntemattomilla markkinoilla. Sinisen meren strategia tarjoaa yrityksille innovatiivisia lähestymistapoja, joilla voi paremmin lähestyä uusia menestyksellisiä strategioita. Strategian viesti on päästä irti oravanpyörästä, jossa kilpailulla lyödään kilpailijat ja valloitetaan markkinoita (Viitala & Jylhä 2019, Kim ym. 2015).

Sinisen meren strategiassa markkinaa luodaan muista erottumisella ja kustannusten leikkaamisella. Näiden kahden strategian avulla pyritään lisäämään asiakasarvoa ja pienentämään kustannuksia (Kim & Mauborgne 2015.) Alla kuviossa 15 esitetään sinisen ja punaisen meren strategian eroavaisuudet.

Sinisen meren strategian käyttöönoton taustalla on globalisaation aiheuttama kilpailu. Hintakilpailu laskee yritysten voittomarginaaleja, kun tuotteet ovat saman laatuista ja saman näköisiä. Yritykset myyvät samoja tuotteita ja palveluja globaalisti, jolloin yritysten brändin arvo ei takaa kilpailuetua (Swaty 2016).

## Punaisen ja sinisen meren strategiat

Punaisen meren strategia	VS	Sinisen meren strategia
Kilpaila olemassa olevasta markkinatilasta		Luodaan aivan uusi markkinatila, jossa ei ole kilpailua
Peitetaan kilpailijat		Tehdään kilpailusta merkityksetöntä
Hyödynnetään olemassaolevaa kysyntää		Luodaan uutta kysyntää ja vallataan se itselle
Tehdään valinta arvon ja kustannusten välillä		Vapaudutaan arvon ja kustannusten välisestä valintapakosta
Koordinoidaan koko toimintajärjestelmä varmistamaan valitun strategisen vaihtoehdon eli differoinnin tai pienten kustannusten saavuttaminen		Koordinoidaan koko toimintajärjestelmä varmistamaan differointi ja pienet kustannukset

Kuvio 15. Punaisen ja sinisen meren strategiat (Kim & Mauborgne 2015).

## 5.2 Arvoinnovaatio

Arvoinnovaatio on Sinisen meren strategian kulmakivi ja sen avulla kehitetään toimialan menestystä ja luodaan arvoa asiakkaalle. Arvoinnovaatio perustuu innovaation nivomiseen yhteen ostajan saamaan hyödyn, tuotteen tai palvelun hinnan ja sen tuottamisen kustannusten kanssa. Arvoinnovaation päätarkoituksena ei ole nujertaa kilpailijoita, vaan tehdä kilpailu merkityksettömäksi, jolloin yrityksen luovuus kasvaa. Tämä avaa uusia tuntemattomia markkinoita, joista myös asiakkaiden saama arvo kasvaa (Kim & Mauborgne 2015). Arvoinnovaatiossa strateginen viesti on, että sinisen meren strategia haastaa tuomaan esille yrityksen tarjoamia palveluita ja



tuotteita, joiden tulee lähtökohtaisesti olla differoituja kilpailevista yrityksistä. Differoiminen antaa yritykselle etulyöntiaseman kilpailijoihin nähden, minkä jälkeen yrityksen tuotanto- ja toimituskustannukset supistuvat. Yrityksen pitää keskittyä sellaisiin toimintoihin, jotka laskevat kustannuksia markkinoilla, joista yritykset kilpailevat, mutta tuottavat lisäarvoa hyödykkeelle (Kim & Mauborgne 2015).

### 5.3 Strategiaprofiilin neljä kysymystä

Strategiaprofiilin avulla yritys pyrkii havainnollistamaan markkinan nykytilaa ja sen pohjalta laatimaan sinisen meren strategian positiota (Kim & Mauborgne 2015). Se on analyyttinen työkalu, jonka avulla luodaan diagnostiikan ja käytännön toimenpiteiden määrittävä viitekehys sinisen meren strategian kehittämiseen. Strategiaprofiilin laatiminen jäsentää, mitkä toimialan kilpailutekijöistä, esim. miten kilpailijat investoivat tai miten tarjonnan avulla asetetaan positio, vaikuttavat asiakkaiden kohtaamaan kilpailijoiden tarjontaan. Strategiaprofiili auttaa hahmottamaan yleiskuvan, jonka kautta pystytään keskittymään muihin vaihtoehtoihin (Kim & Mauborgne 2015).

Neljän ratkaisevan kysymyksen avulla laaditaan strategiaprofiilin arvokäyrä ja arvioidaan asiakkaan arvon muodostamista. Kysymysten avulla irtaudutaan differoinnin ja kustannusten yhteyksien välimaastosta (Kim & Mauborgne 2015). Neljän kysymyksen tuottamien vastausten kautta yrityksen hyöty kasvaa, kun kustannukset laskevat ja asiakkaiden saama arvo kasvaa.



Kuvio 16. Neljä kysymystä (Kim & Mauborgne 2015).

Kim ja Mouborgnen (2015) mukaan ensimmäisen kysymyksen tarkoituksena on pakottaa harkitsemaan sellaisten tekijöiden eliminointia, joilla alan yritykset ovat kilpailleet pitkään markkinoilla. Eliminoinnin tarkoituksena on poistaa sellaisia tekijöitä, joilla ei ole yrityksen kokonaishyödyn kannalta minkäänlaista arvonluontia tai jotka jopa laskevat arvoa. Toisen kysymyksen tehtävänä on auttaa ajattelemaan laajemmin, kuten onko taisteleva auttanut päihittämään kilpailijat, jonka seurauksena yrityksen tuotteen profiilin kustannusrakenne on laskenut skaalaamisen kautta. Kolmas kysymys auttaa havaitsemaan ja poistamaan kompromissit, joita toimiala pakottaa asiakkaat tekemään. Neljäs kysymys auttaa rakentamaan uusia arvon lähteitä yritykselle (Kim & Mauborgne 2015).

Nelikentän laatiminen auttaa keskittymään kilpailutekijöihin ja muihin alalla valitseviin tekijöihin. Nelikentän tehtävänä on auttaa visualisoimaan kokonaisuutta, jonka kautta rakennetaan uutta kysyntämarkkinaa. Samalla nelikenttä tukee yrityksen tavoitteissa, kuten differoinnissa ja kustannusten hallinnassa saadaan parempi kuva kokonaisuudesta (Kim & Mauborgne 2015).

## **5.4 Lohkoketjuteknologia sinisen meren strategiana**

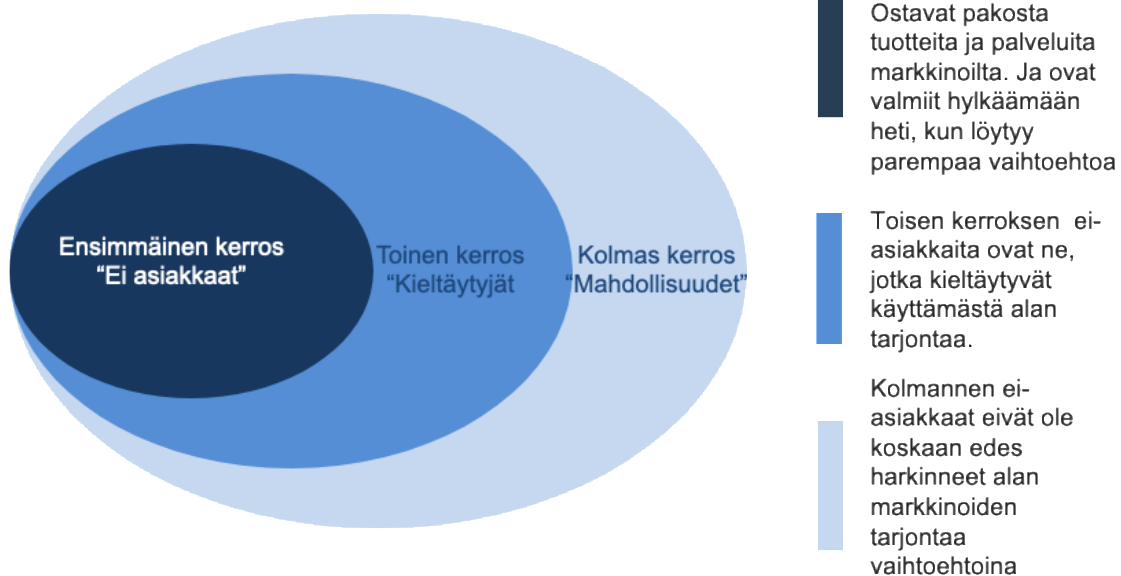
Tässä osioissa määritetään pelkistetyksi, ketkä hyötyvät lohkoketjuteknologian käytöstä sinisen meren strategian avulla, jotta voidaan arvioida lohkoketjuteknologian hyödyntämisen mahdollisuuksia. Sinisen meren strategia soveltuu mihin tahansa toimialaan. Strategian laatiminen vaati paljon tietoja, joiden avulla luodaan tuotteelle yksilöllinen markkinoilla menestymisstrategia. Lohkoketjuteknologia on uusi teknologia, joka ei ole vielä määrittänyt markkinoita, joten sinisen meren strategia auttaa hahmottamaan ja määrittämään hyödyn kannalta olennaiset tekijät. Sinisen meren strategia laaditaan kirjallisuuskatsauksessa löydettyjen lohkoketjuteknologian kilpailutekijöiden avulla, joihin arvoinnovaatio perustuu. Kirjallisuuskatsauksen artikkeleiden sisältö on tiivistetty neljään kysymykseen lohkoteknologian hyödyistä ruoan tuotantoketjussa. Tämän jälkeen tarkastellaan arvon määrittämiskriteereitä täyttäviä elementtejä.

Sinisen meren strategian laadinta alkaa valitsemalla kuuden perusstrategian väliltä. Näitä menetelmiä voi käyttää toimialasta riippumatta ja näiden avulla on mahdollista murtaa markkinoiden rajoja avaamalla uusia kysyntäsegmenttejä. Ensimmäisen strategian tavoitteena on muuttaa markkinarajoja,

jotta saadaan etumatkaa kilpailijoista. Toinen strategia keskittää huomion pois samojen toimialojen numeroiden tarkastelusta luopumalla kapeasta tunnelinäöstä ja keskittymällä kokonaiskuvaan. Kolmas strategia keskittyy kasvattamaan nykyistä kysyntää kannustamalla yrityksiä keskittymään ei-asiakkaisiin. Yritysten tulisi pyrkiä keskittymään asiakkaisiin, eikä segmentointiin, jolloin on mahdollista päästä nykyistä kysyntää pidemmälle. Neljäs strategia keskittyy laatimaan oikeanlaisen strategian menestykselle. Viides strategia on tärkeiden organisatoristen esteiden murtaminen. Tällaisia esteitä ovat työntekijöiden tiedostollinen kapasiteetti, rajalliset resurssit, motivaatio ja jonkin tietty politiikka. Uudet asiat tyrmätään helposti ennen kuin ne edes ehtivät nousta, minkä takia tällaisesta toiminnasta pitäisi päästä eroon, jotta voitaisiin toteuttaa liiketoimintaa menestyksellisesti. Kuudes osa assosioi toteutukseen strategiaan (Kim & Mauborgne 2015).

Laatimalla sinisen meren strategian yritys pyrkii hyödyntämään markkinoita, joita se ei ole vielä tavoittanut. Keskittymällä ei-asiakkaisiin tarjonta laajenee ja mahdollisuudet kasvavat. Harvat yritykset tiedostavat mahdollisuudet muuntaa piilevä kysyntä todelliseksi kysynnäksi ja uusiksi asiakkaiksi. Ei-asiakkaista voidaan erottaa kolme tyyppiä kuvion 17 mukaan.

## Ei- asiakkaiden kolme kerrosta



Kuvio 17. Kolmannen kerroksen ei-asiakkaat.

Pelkistämme osan Sinisen meren strategioista yhteen lohkoketjuteknologialle. Arvon luonti perustuu siihen, että LT:llä on potentiaalia mullistaa ruoan tuotantoketjua. Sinisen meren strategialla on mahdollista kartoittaa ja maksimoida uudella tavalla markkinoiden dynamiikkaa ja luoda uutta

kysyntää hyödykkeille, jotka ovat olleet tuhansia vuosia pelkkiä hyödykkeitä. LT:n arvoinnovaatio on kiinnittää hyödykkeisiin digitaalisesti informaatiota, jolla on arvoa tuotantoketjussa. Arvoa luovat reaaliaikainen seuranta, lyhyt läpimenoaika, kustannustehokkuus, hajautettu, avoin järjestelmä ja luotettava jäljitettävyyys. Ruoka ei ole tulevaisuudessa pelkästään fyysinen hyödyke vaan myös digitaalinen hyödyke, johon on lukittu seurantatietoja. Digitaalisesti tuotettu sisältö luo arvoa ja mahdollisuuksia tuottaa uutta arvoa koko tuotantoketjussa. Samalla voidaan lisätä asiakkaiden sitoutumista kotimaisiin tuotteisiin.

Ei-asiakaskehikon ensimmäisellä tasolla asiakkaat ostavat hyödykkeitä tyydyttääkseen perustarpeensa, jolloin digitaalisesti jäljennetty informaatio ruoan alkuperästä ei ole ensimmäinen tavoite. Nämä asiakkaat ostavat ”pakosta” edullisia elintarvikkeita tyydyttääkseen ravinnontarpeensa ja ovat valmiita hylkäämään ne heti, kun parempia vaihtoehtoja tuotteista ja palveluista löytyy markkinoilta. Nykyisen ruoan tuotantoketjun jäljitettävyyys on melko tarkkaa Suomessa, mutta ongelmana on, että se ei jaa reilusti arvoa tuotantoketjussa. Alkutuottajien saamat hinnat ovat niin alhaiset, että useimpien tuotteiden tuottaminen on tappiollista Suomessa (Luken taloustohtori 2021). Sinisen meren strategialla on mahdollista kartoittaa ja tuottaa uutta arvoa ensimmäisen tason asiakkaalle LT:n avulla tarjoamalla jäljitettävyyttä ja läpinäkyvää ruoan tuotantoketjua. Avoin tuotantoketju voisi kannustaa kuluttajia valitsemaan suomalaisia hyödykkeitä, kun tuotteen informaatio olisi saatavilla kattavammin.

Toisen tason ei-asiakkaille, kieltäytyjille, on mahdollista räätälöidä LT:n avulla digitaalisesti eettistä ja hiilijalanjäljestä tuotettua informaatiota hyödykkeestä, mikä lisää luottamusta yritysten toimintaa ja reiluutta kohtaan. Kieltäytyjillä, jotka eivät osta suomalaisia tuotteita, voi olla vääriä käsityksiä tai disinformaatiota suomalaisten yritysten eettisistä arvoista ja toiminnan laadusta. LT:n avulla yritykset pystyvät vaikuttamaan kieltäytyjiin suoraan LT:n mahdollistamaa avointa ja läpinäkyvää tuotantoketjua hyväksi käyttäen. Ostostilanteessa olisi mahdollista saada digitaalisesti arvokasta dataa tuotteesta ja tuotantoketjun reiluudesta. Kieltäytyjille LT:n antama informaatio jäljitettävästä tuotantoketjusta nostaa heidän arvostustaan ja kasvattaa lojaalisuutta yritystä/tuotteita kohtaan.

Kolmas taso on kartoittaa uusia mahdollisuuksia markkinoilta, esim. uusia potentiaalisia asiakkaita. Lohkoketjuteknologia luo uusia mahdollisuuksia ruoalle, koska hyödyke ei ole pelkästään fyysinen vaan myös digitaalinen. Tällöin voidaan vaikuttaa uudella tavalla asiakkaiden kiintymykseen ja sitouttaa heitä yrityksen imagoon ja tuotteisiin. Alkutuottaja voi tehdä suoramyyntiä älykkäällä-

sopimuksella, jolloin myyntikanavat monipuolistuvat ja vaikutusmahdollisuudet kasvavat enemmän. Seurauksena syntyy uusia liiketoimintamalleja markkinoilla, mitä kuvio 18 esittää.

Sinisen meren strategian nelikentän avulla voidaan tarkastella ruoan tuotantoketjun mahdollisuuksia ja vaikuttaa niihin tekijöihin, jotka luovat arvoa markkinoilla tuottamalla arvoa tuottajille ja kuluttajille. Tuottajille olisi mahdollisuus tuottaa ruoan lisäksi sisältöä myös hyödykkeisiin, jolloin he voivat pyytää korkeampaa hintaa hyödykkeistä. Suomalaisilla tuotteilla olisi kilpailuetu, kun digitaalisesti voidaan tuottaa suomenkielellä sisältöä hyödykkeisiin, jolloin viestiminen hyödykkeessä vähentää todennäköisesti myös markkinointikuluja.

Poista	Korosta
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mainonta</li> <li>2. Epäsymmetrinen informaatio</li> <li>3. Ihmisen työ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tuotteiden parempi jäljitettävyyys</li> <li>2. Tarkempi hallintajärjestelmä tartuttavien tautien hallintaan</li> <li>3. Avoin ja läpinäkyvä tuotantoketju</li> <li>4. Reaaliaikainen seuranta</li> <li>5. Kustannustehokkuus</li> <li>6. Turvallisuus</li> <li>7. Mahdoton väärennettävyyys</li> <li>8. Hajautettu järjestelmä</li> </ol>
Supista	Luo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keskittäminen</li> <li>2. Tietoturvariskit</li> <li>3. Tuotantokustannukset</li> <li>4. Läpimenoajat</li> <li>5. Ennustaminen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Digitaalinen ruoan tuotantoketju, joka lisää arvoa yhteistyön avulla koko tuotantoketjussa avoimesti</li> <li>2. Uudenlaisia tuotteita digitaalisella jäljennöksellä</li> <li>3. Uutta arvoa hyödykkeisiin älykkäillä sopimuksilla</li> <li>4. Autonomisia liiketoimintakonseptia</li> </ol>

Kuvio 18. Lohkoketjuteknologia Sinisen meren strategian nelikentässä.

## 6 Tulosten tarkastelu

Kartoittavan tutkimuksen tarkoituksena oli löytää vastauksia tutkimuskysymykseen, joka käsitti lohkoketjuteknologian hyödyntämisen ruoan tuotantoketjuissa. Työssä lähdettiin tarkastelemaan nykyistä ruoan tuotantoketjua, minkä jälkeen tarkasteltiin, miten lohkoketjuteknologiaa voisi siinä hyödyntää. Tutkimuksessa selvitettiin lohkoketjuteknologian avulla mahdollisesti syntyviä kilpailuetuja: jäljitettävyyttä, läpinäkyvyyttä, avoimuutta, turvallisuutta ja kustannustehokkuutta tuotantoketjussa, jossa hyöty jakautuu kaikkien toimitusketjun toimijoiden kesken. Lohkoketjuteknologian käyttöönotto on Suomessa hidasta, koska ruoan turvallisuutta pidetään itsestäänselvyytensä. Suomessa ruoan turvallisuus on korkea ja jäljitettävyyks on hyvä. Vaikka Suomessa asiat ovat lähtökohtaisesti hyvin, tuotantoketju ei kuitenkaan sen keskittymisen vuoksi ole läpinäkyvä ja avoin kuluttajan suuntaan, jolloin sen sisältämä tieto ei ole kaikkien saatavilla. Kuluttajilla ei ole konkreettista tietoa tuotteista, vaan heidän pitää uskoa yritysten tuottamaan tietoon.

Kartoittavan tutkimuksen teorian, tulosten ja Sinisen meren strategian avulla pystyttiin monitieteellisesti arvioimaan ja vastaamaan siihen, miten lohkoketjuteknologia soveltuu Suomen vaativaan toimintaympäristöön. Tutkimustulosten perusteella LT:llä on potentiaalia muuttaa Suomen toimitusketjua avoimemmaksi ja kustannustehokkaammaksi. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös tuottaa tietoa LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksista ja sen esteistä. Tutkimuksen tehtävänä oli synnyttää keskustelua ilmiöstä, jota voidaan hyödyntää Suomen toimintaympäristön uudistamisessa ja kehittämisessä tulevaisuudessa.

Kirjallisuustutkimuksen aineisto koostui tutkimuksista, jotka ovat koottu tieteellisistä artikkeleista. Tutkimusaineistosta suurin osa on peräisin Kiinasta sekä muualta maailmalta, jossa ruoan tuotantoketjun ongelmia esiintyy enemmän kuin Suomessa ja teknologian käyttömahdollisuuksia on kartoitettu laajemmin. Kirjallisuuskatsauksen ensisijainen tavoite oli selvittää tutkimusaineistosta lohkoketjuteknologian käyttöönottoon liittyviä mahdollisuuksia ja riskejä ruoan tuotantoketjussa. Tutkimusaineisto jaettiin kategorioihin kahden teeman avulla, jotka vastasivat tutkimuskysymykseen. Tutkimustulokset osoittavat, että teknologia ei ole vielä 100 prosenttisesti valmis, mutta sillä on iso potentiaali tehostaa myös Suomen ruoantuotantoketjua ja sen läpinäkyvyyttä. Tutkimuksen tulokset tukevat aiempia tutkimustuloksia lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä ruoan tuotantoketjussa. LT:lla voidaan parantaa ruoan tuotantoketjun kannattavuutta ja ilman kolmatta osapuolta. Hajautettu järjestelmä mahdollistaa luottamusta uudella tavalla ja helpottaa tietojen jakamista koko toimitusketjun sisällä ja laskee maatalouden transaktionkustannuksia.

Lohkoketjuteknologian infrastruktuuri on tapa monipuolistaa nykyisiä maatalouden hallintokäytäntöjä saaden siten kansalaiset osallistumaan maatalouden tuotantoprosessiin esim. antamalla palautetta markkinoille korkealaatuisista ja todennettavasti sertifioitujen standardien mukaisten tuotteiden kysynnästä. Jäljitettävyys on avaintekijä teknologian käyttöönotossa ja sen hyödyntämisessä ruoan tuotantoketjuissa. Ruoan jäljitettävyys seurantatiedot kirjoitetaan lohkoketjuun, jolloin tietojen oikeellisuus pysyy muuttumattomana koko tuotantoketjun ajan. LT:n avulla tietojen kirjaaminen lohkoketjuun mahdollistaa uudenlaista liiketoimintaa ruoan tuotantoketjussa ja vähentää välittäjien määrää ja laskee kustannuksia.

Tutkimusaineistosta tuli esille, että LT:n toimivalla seurantajärjestelmällä on mahdollista rakentaa uusi tapa seurata reaaliaikaisesti hyödykkeiden jäljitettävyyttä, mikä puolestaan vaikuttaa elintarvikkeiden turvallisuuteen, laatuun ja kestävyys. Seurantatiedot mahdollistavat uuden tavan tarkkailla ja reagoida eläin- ja kasvitautien puhkeamiseen koko tuotantoketjussa, jolloin se parantaa luotettavuutta, vastuullisuutta ja sitoutumista tuotteisiin. Ruoan tuotannossa luottamus on arvokasta pääomaa, koska se madaltaa kynnystä ostaa hyödykkeitä ja rakentaa pitkäkestoisia suhteita asiakkaan kanssa. Lohkoketjuteknologiaan perustuva reaaliaikainen ruoan tuotantoketju on myös siksi iso etu, että se vähentää epäsymmetriaa toimitusketjun välillä, kun data kulkee reaaliaikaisesti koko järjestelmässä.

Toinen tutkimuskysymyksen teema etsi lohkoketjuteknologian hyödyntämisen esteitä, jotka vaikeuttavat teknologian käyttöönottoa. Tutkimustulosten perusteella vaikuttaa siltä, että lohkoketjuteknologian suurin kompastuskivi on teknologia itse ja sen skaalattavuus. LT:n transaktion käsittelynopeudet rajoittuvat tällä hetkellä lohkokokoon ja lohkoväliin, mikä näkyy transaktion käsittelyssä, joka voi kestää useista minuuteista jopa tunteihin. Hitaus johtuu teknologian turvallisuudesta, läpinäkyvyydestä ja suoritettavien tapahtumien suuresta määrästä. Samalla teknologian käyttöönottoa haittaa sovellusten määrä ja niiden integroituminen yhteen perinteisten prosessien kanssa.

Toinen teknologian käyttöönottoa estävä tekijä on lainsäädäntö. Sääntely (viittaa lainsäädäntöön) aiheuttaa epävarmuutta teknologian käyttöönotossa elintarviketeollisuudessa, koska teknologia on uusi ja päättäjien tietämys teknologiaan on vähäistä. Samalla haastetta aiheuttaa kryptovaluuttojen

maine ja niiden volatiteetti, mikä hidastaa LT:n käyttöönottoa laajemmin. Tutkimuksessa tuli esille myös, että LT:ssä on tietosuojongelmia GDPR:n kanssa.

## 6.1 Tutkimuksen luotettavuus

Kartoittavalle tutkimukselle ei ole laadullisiin tutkimuksiin perustuvia arviointimalleja. Tutkimusta pyrittiin arvioimaan kirjallisuustutkielman laadullisen tutkimuksen arviointimallin mukaisesti, joka perustuvat reliabiliteetin ja validiteetin käsitteisiin. Reliabiliteetti kuvaa tutkimustuloksen johdonmukaisuutta ja mahdollisuutta mitata tulosta uudestaan. Validiteetti selittää, miten hyvin tutkimusmenetelmä kuvaa ilmiötä, joihin tutkimuskysymyksillä haetaan vastauksia. Validiteetti edellyttää, että analyysimittarit ovat päteviä ja soveltuvat tutkimusongelman ratkaisuun (Hiltunen 2009, Tuominen & Sarajarvi 2009). Näiden seurauksena tutkimuksen luotettavuus on varmistettu noudattamalla tieteellisiä käytäntöjä, jotka ovat vakiintuneet tiedeyhteisössä. Tutkimustyössä pyrittiin tutkimuksen avoimuuteen, rehellisyyteen ja tarkkuuteen, jotta voidaan toistaa ja arvioida sen luotettavuutta.

## 7 Johtopäätökset

Tutkimustulosten ja sinisen meren strategian perusteella pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin ja tekemän johtopäätöksiä. LT:n hajautetun järjestelmän avulla voidaan kehittää yhteistyötä tuottajien ja kuluttajien välillä sekä lisätä luottamusta suomalaiseen ruoan tuotantoketjuun. Yhteistyön avulla tuotantoketjun läpinäkyvyys, kilpailukyky ja resurssien tehokkaampi käyttö kasvavat. Tutkimustulosten perusteella pystytään toteamaan, että tällä hetkellä Suomen ruoan tuotantoketju on lineaarinen ja keskittynyt pariin isoon toimijaan, jotka määrittävät tuotantoketjun rakennetta. Tutkimustulosta tukee se, että nykyisen tuotantoketjun ylläpitäminen on haastavaa tulevaisuudessa, jos tietokannat pysyvät suljettuina ja yrityskohtaisina. Digitaalisuuden vaatimus kasvaa tilojen kasvaessa ja yhteistyö ja taloudellinen riippuvuus kasvavat tuotantoketjussa. Ruoan tuotantoketjun laajuuden seurauksena toimitusketjut ovat alttiita erilaisille häiriöille, kuten petoksille ja väärinkäytöksille. Perinteiseen tietotekniikan tiedonhallintajärjestelmiin perustuvan ruoan elintarvikeketjun ylläpitäminen on kallista, koska datan keskittämisestä aiheutuu kuluja. Tiedon keskittyminen on kallista ja riskipitoista ylläpitää, koska tiedonhallintajärjestelmät ovat alttiita kyberhyökkäyksille, asynkronisille virheellisille tiedoille, sensuurille ja tiedon vääristymiselle.

Seuraavien kymmenen vuoden aikana tapahtuu suuria muutoksia maatalouselintarvikejärjestelmässä. Digitaalisen teknologian kuten LT:n, esineiden internetin (Iot), tekoälyn (AI) ja virtuaalitodellisuuden



rooli korostuu ja ne ohjaavat kehitystä ja muuttavat kuluttajien mieltymyksiä ja vaatimuksia markkinoilla. Verkkokaupan vaikutus globaalissa elintarvikekaupassa korostuu, mikä ohjaa kehitystä ruoan tuotannossa. Näiden tapahtumien seurauksena LT:n avulla tulevaisuudessa pystytään luomaan uutta liiketoimintaa Suomen ruoan tuotantoketjuun.

Aihe oli uusi ja tutkimusartikkeleitakin on toistaiseksi kohtalaisen vähän. Tämän takia pyrin tuomaan kirjallisuuskatsauksen ja sinisen meren strategian avulla ilmiötä laaja-alaisemmin esille, jotta voidaan arvioida sen soveltamista suomalaiseseen ruoan tuotantoketjuun. Tutkielma rajoittui ainoastaan LT:n hyödyntämiseen Suomen ruoan tuotantoketjuissa ja sen mahdollisiin sovelluksiin. Tutkielmassa tuotiin esiin laaja-alaisesti tämän hetkisiä ongelmia ja LT:n mahdollisuuksia, joilla voidaan kehittää tai nostaa tuottavuutta tulevaisuudessa.

Lohkoketjuteknologia tarjoaa Suomelle mahdollisuuden uudistaa ruoan tuotantoketjua digitaalisen maatalouden suuntaan ja rakentaa uudenlaista liiketoimintaa.

## 7.1 Jatkotutkimustarpeet

Tämän kartoittavan tutkimuksen perusteella LT:lla on mahdollisuus kehittää ja uudistaa alkutuotannosta kuluttajalle asti kulkevaa tuotantoketjua läpinäkyvästi ja kustannustehokkaasti. Samalla LT voi tuottaa uutta arvoa suomalaisessa ruoan tuotantoketjussa, kun sen avulla pystytään hyödyntämään myös sidosryhmiä yhteistyön kautta. Näiden perusteella näen jatkotutkimustarpeita LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksista mm. rehujen termiinikaupassa. Miten LT:n läpinäkyvä, reaaliaikainen ja avoin järjestelmä vaikuttaa rehuraaka-aineiden hinnan kiinnitykseen? Näen myös muita jatkotutkimustarpeita LT:n hyödyntämisen mahdollisuuksista viennissä. Esimerkiksi maailmalla ruoan turvallisuus ja jäljitettävyyden kasvun, minkä vuoksi niitä tulisi tutkia. LT:n avulla suomalaisilla yrityksillä voisi olla mahdollisuuksia menestyä ulkomaisilla markkinoillakin. LT nostaa brändien arvostusta ja sitoo kuluttajat yrityksen tuotteisiin. Tämän takia maatalouden tuotantoketjun digitaalinen kehittäminen johtaa merkittävään vastuuvellisuuden, avoimuuden ja jäljitettävyyden kasvuun, minkä seurauksena data jakautuu symmetrisesti koko toimitusketjussa.

## Kiitokset

Elämä on ihmeellistä. Synnyin Somaliassa, enkä ikinä olisi kuvittelut, että olisin Suomessa. Meillä oli hyvä elämä Somaliassa ja vanhempani kuvittelivat, että viettäisimme Somaliassa elämämme loppuun asti. Valitettavasti, katastrofia pahempia sattui. Somaliassa syttyi sisällisota, joka ajoi maankaaoxseen ja miljoonat ihmiset joutuivat pakolaisiksi maailmalle. Sota ei anna vaihtoehtoja, vaan on kyse elämästä ja kuolemasta. Sodan seurauksena, isäni ja äitini tekivät isoja päätöksiä pelastaakseen lapsensa sotatantereelta, minkä seurauksia he kantavat yhä.

Vanhempani jättivät rakastamansa kotimaansa ja lähtivät pakolaiseksi ensimmäistä kertaa elämässä. Lähteminen uuteen maahan ei ollut helppo päätös, eikä heillä ollut mahdollisuutta pohtia sitä. Vanhempani päättivät lähteä Ruotsiin hakemaan turvaa, mutta onneksi, kohtalo johdatti meidät rakentamaan uutta elämää ja kotia Suomesta. Oltuani 30-vuotta Suomessa, olen tutustunut tuhansiin hyviin ihmisiin, joiden kanssa olen nauranut ja rakentanut ystävyyyksiä tässä kylmässä ja pimeässä maassa. Tämän takia haluaisin kiittää edesmennyttä isääni ja elossa olevaa äitiäni, jotka ovat uhranneet kaikkensa, jotta pääsisin tähän pisteeseen elämässäni. He ovat uhranneet unelmansa, uskonsa ja aikansa, jotta kulkisin tuntematonta polkua hyvällä mielellä. Haluaisin kiittää myös vaimoani ja lapsiani, jotka ovat tukenet ja kannustaneet matkalla tähän pisteeseen, vaikka välillä on ollut motivaatio-ongelmia opintojen ja gradun kirjoittamisen kanssa.

Yksi sivu tuli lisää matkalla tuntemattomaan, kun päätän opintoni Helsingin yliopistossa. Haluaisin kiittää vastuuprofessoriani Timo Sipiläistä tärkeistä neuvoista ja ohjauksista tutkielman tekoon. Samalla hän kannusti kirjoittamaan ilmiöstä kirjallisuuskatsauksena, vaikka halusin kirjoittaa määrällisen tutkimuksen, jossa voisin haastatella asiantuntijoita ja analysoida tulosten pohjalta. Tutkielman aikana huomasin, että hän oli oikeassa, koska Suomesta ei löydy asiantuntijoita ruoan tuotantoketjusta, jotka ovat perillä lohkoketjuteknologian suomista mahdollisuuksista. Samalla opin kirjoittamisen aikana kirjallisuuskatsauksen merkitystä tieteellisenä kontekstina. Aikaisemmin arvostin määrällisiä tutkimuksia ja vähättelin kirjallisuuskatsauksen roolia tieteessä. Tutkielman aikana arvostukseni kasvoi ja näkökenttäni laajeni kirjallisuuskatsausta kohtaan.

Haluaisin kiittää vielä myös tutkijatohtoria Qiuzhen Chenia, gradun hahmottamisesta ja tärkeistä motivaationeuvoista, kuten graduprosessin suunnittelusta. Kiitän viimeseinä kaikki ihmisiä, jotka ovat auttaneet elämässäni kasvamaan tähän pisteeseen.

## Lähteet

- Ammous, S. 2018. Can cryptocurrencies fulfil the functions of money? *The Quarterly review of economics and finance*. 70, s. 38-51. DOI 10.1016/j.qref.2018.05.010.
- Antonucci, F., Figorilli, S., Costa, C., Pallottino, F., Raso, L. & Menesatti, P. 2019. A review on blockchain applications in the agri-food sector. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 99(14), 6129-6138. DOI 10.1002/jsfa.9912.
- Arksey, H. & O'Malley, L. 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32. DOI 10.1080/1364557032000119616.
- Bach, L.M., Mihaljevic, B. & Zagar, M. 2018. Comparative analysis of blockchain consensus algorithms. 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)IEEE, 1545-1550.
- Bashir, I. 2017. *Mastering blockchain : distributed ledgers, decentralization and smart contracts explained*. Packt Publishing Ltd, Birmingham, UK.
- Bheemaiah, K. 2017. *The Blockchain Alternative: Rethinking Macroeconomic Policy and Economic Theory*. Apress L. P, Berkeley, CA.
- Bresnahan, T.F. & Trajtenberg, M. 1995. General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. DOI 10.1016/0304-4076(94)01598-t.
- Caro, M.P., Ali, M.S., Vecchio, M. & Giaffreda, R. 2018. Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, May, 1-4.
- Chen, J. & Micali, S. 2019. Algorand: A secure and efficient distributed ledger. *Theoretical Computer Science*, 777, 155-183. DOI 10.1016/j.tcs.2019.02.001.

- Chen, Y., Li, Y. & Li, C. 2020. Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122071. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.122071.
- FAO. 2019a. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas Report. Viitattu 1.8.2020. <http://www.fao.org/e-agriculture/news/read-digital-technologies-agriculture-and-rural-areas-report>
- FAO. 2019b. Blockchain for agriculture. Opportunities and challenges Strategic. Viitattu 1.8.2020. <http://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1178062/>
- Fanning, K. & Centers, D.P. 2016. Blockchain and Its Coming Impact on Financial Services. *The Journal of corporate accounting & finance*, 27(5), 53-57. DOI 10.1002/jcaf.22179.
- Fielke, S.J., Garrard, R., Jakku, E., Fleming, A., Wiseman, L. & Taylor, B.M. 2019. Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels. *NJAS - Wageningen journal of life sciences*, 90-91, 100296. DOI 10.1016/j.njas.2019.04.002.
- Filippova, E. 2020, *Blockchain Materialization as a General Purpose Technology: A Research Framework*. Springer International Publishing, Cham.
- Ge, L., C. Brewster, J. Spek, A. Smeenk, J. Top, V. Diepen Frans, B. Klaase, C. Graumans and Ruyter de Wildt, de, Marieke, Marieke de. 2017, *Blockchain for agriculture and food: findings from the pilot study*. Wageningen Economic Research.
- Gu, X., Chai, Y., Liu, Y., Shen, J., Huang, Y. & Nan, Y. 2017. A MCIN-based architecture of smart agriculture. *International Journal of Crowd Science*, 1(3), 237-248. DOI 10.1108/IJCS-08-2017-0017
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009, *Tutki ja kirjoita. 15. painos*, Helsinki: Tammi.
- Hua, J., Wang, X., Kang, M., Wang, H. & Wang, F. 2018. Blockchain Based Provenance for Agricultural Products: A Distributed Platform with Duplicated and Shared Bookkeeping, *IEEE*, June, 97-101.

- Hyvärinen, A. 2016. Suomen maatalouden rakennekehitys tilakohtaisen pääoman kysynnän ja investointien näkökulmasta: Suomen kannattavuuskirjanpitoaineiston vuosiin 1998-2011 perustuva tarkastelu. Väitöskirja.
- Kamble, S.S., Gunasekaran, A. & Sharma, R. 2020. Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, 52, 101967.
- Kamilaris, A., Fonts, A. & Prenafeta-Boldó, F.X. 2019. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640-652.
- Katchova, A.L. & Barry, P.J. 2005. Credit Risk Models and Agricultural Lending. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(1), 194-205. DOI 10.1111/j.0002-9092.2005.00711.x.
- Kim, W.C., Mauborgne, R., Susitaival, S. & Tillman, M. 2015. Sinisen meren strategia. 8., uud. painos. Talentum, Helsinki.
- Kiviat, T.I. 2015. Beyond bitcoin: Issues in regulating blockchain transactions, *Duke LJ*, 65, 569.
- Kniivilä, S., Lindblom-Yläne, S. & Mäntynen, A. 2017. Tiede ja teksti: Tehoa ja taitoa tutkielman kirjoittamiseen. Gaudeamus.
- Kumar, M.V. & Iyengar, N. 2017. A framework for Blockchain technology in rice supply chain management. *Adv. Sci.Technol. Lett*, 146, 125-130.
- Leavy, B. 2018. Value innovation and how to successfully incubate “blue ocean” initiatives. *Strategy & leadership*, 46(3), 10-20. DOI 10.1108/sl-02-2018-0020.
- Leng, K., Bi, Y., Jing, L., Fu, H. & Van Nieuwenhuyse, I. 2018, Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology, *Future Generation Computer Systems*, 86, 641-649. DOI 10.1016/j.future.2018.04.061.

Lin, Y., Petway, J., Anthony, J., Mukhtar, H., Liao, S., Chou, C. & Ho, Y. 2017. Blockchain: The evolutionary next step for ICT. *E-Agriculture, Environments* (Basel, Switzerland), 4(3), 50. DOI 10.3390/environments4030050.

Luonnonvarakeskus. 2021. Taloustohtori -verkkopalvelu. Viitattu 11.01.2021. Saatavilla internetissä: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/>

Lucena, P., Binotto, A.P.D., Momo, F.D.S. & Kim, H. 2018. A Case Study for Grain Quality Assurance Tracking based on a Blockchain Business Network 2018. In *Proceedings of the Symposium on Foundations and Applications of Blockchain (FAB 18)*, Los Angeles. USA.

Heinonen, S & Tuominen, A (eds) 2006, *Matkalla tulevaisuuteen - innovatiivisia avauksia tulevaisuuden asumiseen, liikkumiseen ja yrittäjyyteen*. VTT Tutkimusraportti, no. VTT-R-09398-06, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo. Viitattu 30.11.2020. Saatavilla internetissä: [http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2006/Matkalla\\_tulevaisuuteen.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2006/Matkalla_tulevaisuuteen.pdf)

Maa- ja metsätalousministeriö. 2021. Vastuullinen ruokaketju. Viitattu 30.11.2021. Saatavilla internetissä: <https://mmm.fi/ruoka>

Mays, N., Roberts, E. & Popay, J. 2001. Synthetising research evidence. *Studying the Organization and Delivery of Health Services: Research Methods*, 220.

McMeekin, N., Wu, O., Germani, E. & Briggs, A. 2020. How methodological frameworks are being developed: evidence from a scoping review. *BMC Medical Research Methodology*, 20(1), 1-173. DOI 10.1186/s12874-020-01061-4.

Mougayar, W. 2016. *The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. 1. painos. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.

Niemi, J., Knuuttila, M., Liesivaara, P., & Vatanen, E. 2013. Suomen ruokaturvan ja elintarvikehuollon nykytila ja tulevaisuuden näkymät. Luonnonvarakeskus. MTT Raportti 80. Viitattu 30.11.2021. Saatavilla intranetissä: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/438291>

Niemi, J. & Väre, M. (toim.) 2020. Suomen maa- ja elintarviketalous 2019. Luonnonvarakeskus. Viitattu 10.11.2020. Saatavilla internetissä: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/544348>.

Niela-Vilén H & Kauhanen L. 2015. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt M, Axalin A & Suhonen R. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopisto, Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja A 73/2015.

Ozcan, S. & Unalan, S. 2020. Blockchain as a General-Purpose Technology: Patentometric Evidence of Science, Technologies, and Actors. IEEE Transactions on Engineering Management, 1-18. DOI 10.1109/TEM.2020.3008859.

Papa, S.F. 2017. Use of blockchain technology in agribusiness: Transparency and monitoring in agricultural trade. International Conference on Management Science and Management Innovation MSMI 2017. Atlantis Press.

O'Sullivan, A. 2018. Ungoverned or anti-governance? How bitcoin threatens the future of western institutions. Journal of International Affairs, 71(2), 90-102.

Pellervon taloustutkimus. 2019. Digitalisaatio on mahdollisuus maataloudelle. Viitattu 25.11.2020. <https://www.ptt.fi/ajankohtaista/blogi/digitalisaatio-on-mahdollisuus-maataloudelle>

Pohjola, M. & Sinivuori, E. 2019. Taloustieteen oppikirja. 14. uudistettu painos. Sanoma Pro Oy, Helsinki.

Rahkola, M. 2019, Katsaus lohkoketjuteknologioiden hyödyntämiseen Suomessa, Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2019. Viitattu 10.08.2020. Saatavilla internetissä: <https://www.eduskunta.fi/FI/valiokunnat/tulevaisuusvaliokunta/julkaisut/Sivut/-katsaus-lohkoketju-teknologioiden-hyodyntamiseen-suomessa.aspx>

Rantamäki-Lahtinen, L. 2013. Muuttuva ja menestyvä maaseutuyrittäjyys 2000-2013. MTT:n Raportti 116. Helsinki.

Riipi, I. & Kurppa, S. 2013, Ruokakultu–Haasteita ja keinoja kestävän kulutuksen ja tuotannon edistämiseksi ruokasektorilla. MTT:n raportti 95. Helsinki

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasa: Vaasan yliopisto.

Shyamala Devi, M., Suguna, R., Joshi, A.S. & Bagate, R.A. 2019. Design of IoT blockchain based smart agriculture for enlightening safety and security. In International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering. 7-19 s. Springer, Singapore.

Silvasti, T. 2010. Maatilan varjossa. Rakennemuutoksen anatomiaa. Sosiaalitieteiden laitoksen julkaisuja 2010. Tutkimuksia. Sosiaalipolitiikka. Helsinki.

Sarlio, S. 2019, Kestävää kehitystä ja terveyttä edistävä ravitsemus- ja ruokapolitiikka, Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti, 56(4).

Swaty 2016, Blue Ocean Strategy:An Opportunity for Entrepreneurs to Create Uncontested Market, Journal of Applied Management - Jidnyasa, 8(2), 43.

Sun, X., & wen Wang, H. 2018. Research on the Risk Avoidance of Cold Chain Logistics Financial Credit Based on Block Chain Technology. In 2017 5th International Education, Economics, Social Science, Arts, Sports and Management Engineering Conference (IEESASM 2017), 505-511. Atlantis Press.

Tian, F. 2016, An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology, 2016 13th international conference on service systems and service management ICSSSM. IEEE, 1-6.

Türegün, N. 2019. Impact of technology in financial reporting: The case of Amazon Go, The Journal of corporate accounting & finance, 30(3), 90-95. DOI 10.1002/jcaf.22394.

Xiao, Y., Zhang, N., Lou, W. & Hou, Y.T. 2020. A survey of distributed consensus protocols for blockchain networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 22(2), 1432-1465.



Xie, C., Sun, Y. & Luo, H. 2017. Secured data storage scheme based on block chain for agricultural products tracking, 2017 3rd. International Conference on Big Data Computing and Communications (BIGCOM). IEEE, 45-50.

Yuan, H., Qiu, H., Bi, Y., Chang, S. & Lam, A. 2019. Analysis of coordination mechanism of supply chain management information system from the perspective of block chain, Information systems and e-business management, . DOI 10.1007/s10257-018-0391-1.

Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. & Boshkoska, B.M. 2019. Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. Computers in Industry, 109, 83-99.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. & Wang, H. 2017. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends, 2017. IEEE international congress on big data (BigData congress)IEEE, 557-564.

## Liitteet

### Liite 1. Lohkoketjuteknologialla toimivia ruoan tuotantoketjuyrityksiä maailmalla

1	Yritys	Perustettu	Maa	Kotisivut
1	IBM Food Trust	2017	Yhdysvallat	<a href="https://www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust">https://www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust</a>
2	AgriChain	2015	Australia	<a href="https://agrichain.com/">https://agrichain.com/</a>
3	TE-FOOD	2016	Saksa	<a href="https://te-food.com/">https://te-food.com/</a>
4	AgaveCoin	2018	Meksiko	<a href="https://agavecoin.io/">https://agavecoin.io/</a>
5	Ripe	2018	Yhdysvallat	<a href="https://www.ripe.io/">https://www.ripe.io/</a>
6	Agrolot	2015	Ukraina	<a href="https://agrolot.io/en">https://agrolot.io/en</a>
7	AgriDigital	2015	Australia	<a href="https://www.agridigital.io/">https://www.agridigital.io/</a>
8	AgriLedger	2016	Iso-Britannia	<a href="https://www.agriledger.io/">https://www.agriledger.io/</a>
9	BeefChain	2017	Yhdysvallat	<a href="https://beefchain.com/">https://beefchain.com/</a>
10	Vechain	2018	Kiina	<a href="https://www.vechain.com/solution/agriculture">https://www.vechain.com/solution/agriculture</a>
11	Bext360	2017	Yhdysvallat	<a href="https://www.bext360.com/">https://www.bext360.com/</a>
12	GrainChais	2018	Yhdysvallat	<a href="https://www.grainchain.io/">https://www.grainchain.io/</a>
13	OriginTrail	2013	Slovenia	<a href="https://origintrail.io/">https://origintrail.io/</a>
14	Owlchain	2017	Kiina	<a href="https://www.owlting.com/obs/industry/Agriculture">https://www.owlting.com/obs/industry/Agriculture</a>

## Liite 2

	Artikkelin otsikko	Tekijät/Vuosi/maa	Julkaistu	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä	Päätulokset
1	Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology	Leng Kaijun, Bi Ya, Jing Linbo, Fu Han-Chi b, Inneke Van Nieuwenhuyse 2018 Kiina	ELSEVIER	Tutkimus tarkastelee kaksiketjuista lohkoketjuteknologian käyttöönottoa maataloudessa	Määrällinen tutkimus, jossa testataan lohkoketjuteknologian sovellettavuutta.	Tutkimus osoittaa, että kaksiketjuineen lohkoketjuteknologia voi taata transaktiotietojen avoimuuden, turvallisuuden ja tehokkuuden merkittävästi ketjussa.
2	Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain	Sachin S. Kamble, Angappa Gunasekaran, Rohit Sharma 2019 Intia	ELSEVIER	Ruokaturva voisi hyötyä lohkoketjuteknologian käytöstä, kuten läpinäkyvyydestä.	Määrällinen	Tutkimus osoittaa, että jäljitettävyys katalysoi ruoan tuotannossa, joka avaa mahdollisuuksia lohkoketjuteknologialle.
3	The rise of blockchain	Andreas Kamilaris	ELSEVIER	Artikkelissa tarkastellaan	Kirjallisuus	Lohkoketjuteknologia on

	technology in agriculture and food supply chains	, Agusti Fonts , Francesc X. Prenafeta-Boldó 2019 Espanja		lohkoketjuteknologian vaikutuksia maataloudessa ja ruon tuotantoketjussa		lupaava teknologia ruoan läpinäkyvään toimitusketjuun. Monet esteet ja haasteet estävät sen käyttöottoa vielä.
4	Analysis of coordination mechanism of supply chain management information system from the perspective of blockchain	Yuan, Huiqun ; Qiu, Hongbin ; Bi, Ya ; Chang, Sheng-Hung ; Lam, Anthony 2019 Kiina	Springer	Lohkoketjuteknologia voi säästää paljon välillisiä kustannuksia hajautetun järjestelmän avulla. Samalla Lohkoketjuteknologian avulla pystytään ratkaisemaan tiedon reaaliaikaisuutta ja tietoturvaongelmia, kuten luvattomia aikaleima väärennöksiä	määrällinen	Lohkoketjuteknologia voi ratkaista tuotantoketjun haasteita. Suurimmat esteet liittyvät siihen, että käyttöotto on vaikeaa. Teknologia on uusi ja pitäisi kouluttaa osaajia ja se maksaa ja tämän takia näkymät on epävarmoja.
5	Use of Blockchain Technology in	Papa Semou Faye 2017 Kiina	ATLANTIS PRESS	Tutkimuksessa tutkitaan lohkoketjuteknol	Kirjallisuuskatsaus	Lohkoketjuteknologia lisää avoimuutta ja

	Agribusiness: Transparency and Monitoring in Agricultural Trade			ogian mahdollisuuksia käyttää maataloudessa.		jäljitettävyytt ä maataloudess a ja palauttaa siten kuluttajien luottamuksen maataloustuo tteisiin.
6	E- AGRICULTURE IN ACTION: Blockchain for agriculture Opportunities and challenges	Gerard Sylvester 2019 Italia	FAO	Lohkoketjutekn ologina mahdollisuudet maataloudessa	Kirjallisuus	Lohkoketjute knologia käyttömahdol lisuutta testattiin FAO:n projekteissa.
7	Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels	Simon J. Fielke ,Robert Garrard , Emma Jakku , Aysha Fleming 2019 Australia	ELSEVIER	Digitalisaatio muuttaa maataloutta ja tähän tarvitaan poliittisia työkaluja, joilla vuoro vaikutetaan.	Tutkimushaa stattelu	Tutkimuksest a tuli ilmi, että on tärkeää perustaa strateginen infrastruktuur i joka voi selviytyä digitaalisuud en haasteista. Teknologia kehittyy jatkuvasti tämän takia

						tarvitaan poliittisia strategioita sosioteknisiin muutoksiin
8	Design of IoT Blockchain Based Smart Agriculture for Enlightening Safety and Security	M. Shyamala Devi, R. Suguna , Aparna Shashikant Joshi , and Rupali Amit Bagate Intia 2019	Springer	Maatalouden näkökulmasta tarkastelemista, kuten älykkäiden laitteiden yhdistäminen lohkoketeknologiaan.	Määrällinen	Tutkimuksesta kävi ilmi, että älykkäiden sopimusten kautta pystyy rakentamaan konseptia maatalouden järjestelmään.
9	DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE AND RURAL AREAS STATUS REPORT	Nikola M. Trendov, Samuel Varas, and Meng Zeng Italia 2019	FAO	Digitaalisen maatalouden mahdollisuuksia ruoan tuotantoon, kuten lohkoketeknologiaan, tekoälyn käyttöönottoa	Kirjallisuuskatsaus	Digitaalinen teknologia on seuraava askel maataloudessa, vaikka haasteita onkin edessä
10	Secured Data Storage Scheme based on Blockchain for Agricultural Products Tracking	Chao Xie, Yan Sun ,Hong Lu 2017 Kiina	2017 3rd International Conference on Big Data Computing and Communications	Tutkimuksessa rakennetaan lohkoketjuteknologian sovellusta, joka säilyttää ja seuraa maataloustuotteita paremmin	Määrällisiä	Lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista rakentaa tehokasta ruoan seurantajärjestelmää

				kuin nykyiset sovellukset.		
11	A Framework for Blockchain Technology in Rice Supply Chain Management	M. Vinod Kumar , Dr. N. Ch. S. N. Iyengar 2017 Intia	ResearchGate	Tutkimuksessa rakennetaan riisin toimitusketju-järjestelmää käyttämällä lohkoketjuteknologiaa. Teknologia varmistaa riisin turvallisuuden toimitusketjujohdettamisprosessien aikana.	Kirjallisuuskatsaus	Lohkoketjuteknologia tuo arvoa, kuten luottamusta ruoan tuotantoketjuun.
12	A MCIN-based architecture of smart agriculture	Xiang Gu, Yueting Chai, Yi Liu, Jianping Shen, Yadong Huang and Yixuan Na 2017 Kiina	Emerald Insight	Lohkoketjuteknologian avulla rakennetaan älykkäitä sopimuksia avulla maatalouden tuotantoon.	Laadullinen tutkimus, jossa testataan lohkoketjuteknologian sovellettavuutta.	Prototyyppi on innovaattivinen ja tehokas maatalouden käyttöön.
13	Impact of technology in financial reporting: The case of Amazon Go	Nida Türegün 2019 Turkey	The Journal of corporate accounting & finance,	Lohkoketjuteknologian käyttömahdollisuuksia; ; case-tapaus Amazon Go -elintarvekaupasta, joka on täysin	Kirjallisuuskatsaus	Lohkoketjuteknologia, syväoppiminen ja tekoäly, jotka muuttavat toimintaympäristöä.

				automatisoitu, eikä sieltä löydy kassoja tai kassajonoja.		
14	A review on blockchain applications in the agri-food sector	Francesca Antonucci,a Simone Figorilli,a Corrado Costa,a* Federico Pallottino,a Luciano Rasob and Paolo Menesatti 2019 Italia	Wileyonline library	Ruokaturva voisi hyötyä lohkoteknologia n käytöstä, kuten läpinäkyvyydest ä, suhteellisen alhaisista transaktiokustan nuksista ja ympäri rakennetuista sovelluksista.	Kartoitusanal yysi.	Lohkoketjutek nologiassa on potentiaalia mullistaa monia sektoreita. Suurin haaste teknologiaa kohtaan on, että se on epäkypsä ja käytettävyys monimutkainen.
15	An Agri-food Supply Chain Traceability System for China Based on RFID & Blockchain Technology	Feng Tian Itävalta 2016	IEEE Intelligent Vehicles Symposium	Elintarviketurval lisuuden parantaminen lohkoteknologia n avulla.	Kirjallisuusk atsaus	RFID & lohkoteknologia n avulla voidaan tehostaa elintarviketju n läpinäkyvyytt ä, josta seuraa tuotteen laadun ja turvallisuude



						n varmentumista
16	A Case Study for Grain Quality Assurance Tracking based on a Blockchain Business Network	Percival Lucena, Alecio P. D. Binotto, Fernanda da Silva Momo, Henry Kim Yhdysvallat 2018		Viljan laadunmittauksen tehostaminen lohkoketjuteknologian avulla.	Määrällinen	Lohkoketjuteknologialla isot mahdollisuudet mullistaa maailmankauppa, joka perustuu paperiin ja ihmisten tarkastamiseen.
17	Blockchain Based Provenance for Agricultural Products: A Distributed Platform with Duplicated and Shared Bookkeeping	Jing Hua, Xiujuan Wang, Mengzhen Kang, Haoyu Wang, Fei-Yue Wang 2018 Kiina	IEEE Intelligent Vehicles Symposium	Lohkoketjuteknologian käyttö maataloudessa	Kirjallisuuskatsaus	Tutkimustulokset osoittavat, että maataloustuotteiden lohkoketjuteknologiaan perustuva jäljitettävyyden voi muuttaa elintarviketjunnan toimintatapaa. Lohkoketjuteknologian

						soveltaminen maataloustuo tteiden jäljitettävyyte en on edessä ennenäkemätt ömiä haasteita ja epävarmuuste kijöitä. Tekninen toteuttavuus ja markkinoiden tarve osoittavat, että sillä on valtavat tuotto- odotukset.
18	Blockchain for agriculture and food	Lan Ge, Christopher Brewster, Jacco Spek, Anton Smeenk, and Jan Top 2017 Hollanti	WAGENING EN	Tutkimuksessa selvitettiin pilottikokeella lohkaketjuteknol ogian vaikutuksia maatalouselintar vikkeisin, miten se vaikuttaa toimitusketjuihi n ja mitä tarvitaan soveltamiseen	Monitieteelli nen	Lohkoketjute knologialla on potentiaalia mullistaa, kunhan päästään sen esteistä.

				maatalouselintar vikeketjuissa		
19	Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT E-Agriculture	Yu-Pin Lin , Joy R. Petway, Johnnathen Anthony, Hussnain Mukhtar , Shih-Wei Liao, Cheng-Fu Chou ID and Yi-Fong 2017 Taiwan	Environment s MDPI	Lohkoketjutekn ologia on YK:n ja FAO:n tieto- ja viestintätekniika n sähköisen maatalouden infrastruktuurin komponentti	Kirjallisuusk atsaus	Tutkimuksess a ehdotetaan, että tieto- ja viestintätekni ikan sähköisen maatalouden osaksi järjestelmään otetaan lohkaketjutek nologia.